

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
PEDAGOGICKÁ FAKULTA
KATEDRA BIOLOGIE A ENVIRONMENTÁLNÍCH
STUDIÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Rostlinné alkaloidy – začlenění učiva do tematického okruhu
Biologie rostlin na víceletých gymnáziích
Plant alkaloids - Integration in the Curriculum of Thematic
Area "Plant Biology" for Grammar school**

Vypracovala: Bc. Eva Větrovská

Vedoucí diplomové práce:

doc. RNDr. Vasilis Teodoridis, Ph.D.

Praha 2016

Tato diplomová práce byla vypracována na Katedře biologie a environmentálních studií Pedagogické fakulty Univerzity Karlovy v Praze v období září 2015 – duben 2016.

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně s vyznačením všech použitých pramenů a spoluautorství. Souhlasím se zveřejněním diplomové práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách, ve znění pozdějších předpisů. Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, ve znění pozdějších předpisů.

V Praze dne

podpis

Abstrakt:

Předkládaná diplomová práce je zaměřena na začlenění učiva rostlinných alkaloidů do běžné výuky na osmiletých gymnáziích nebo odpovídajících ročnících základních škol a středních škol. Cílem diplomové práce je poskytnout informace o významných rostlinných alkaloidech, začlenění této problematiky v kurikulárních dokumentech a jsou zde specifikovány vybrané metody výuky. Tyto metody byly prakticky ověřeny na Gymnáziu Karla Čapka, Dobříš, a to pomocí autorských návrhů ve vyučovací hodině, projektové výuce a laboratorním cvičení. Z hlediska přínosu pro žáky bylo ověřeno, že výuku rostlinných alkaloidů v organizačních formách – projektová výuka a laboratorní cvičení – lze provést efektivněji než v běžné vyučovací hodině.

Klíčová slova:

rostlinné alkaloidy, vyučovací metody, vyučovací hodina, projektová výuka, laboratorní cvičení, biologie, chemie

Abstract:

The presented master thesis is focused on an integration of plant alkaloids' curriculum into education process at eight-year grammar schools or their equivalent at primary and secondary schools. The aims of the thesis are to provide a basic data about plant alkaloids, to specify an integration of the plant alkaloids into the curricular documents and to select specific and suitable methods for teaching of the alkaloid topic at schools. These teaching methods were practically verified at the Karel Čapek's Grammar School at Dobříš by using author's proposals of the school lesson, the project teaching and laboratory exercises. In the terms of benefits for students, it has been verified that the teaching of plant alkaloids using the teaching project and the laboratory exercises, can be performed more efficiently than those during an "ordinary" school lesson.

Key words:

plant alkaloids, teaching methods, teaching lesson, project method, laboratory exercise, biology, chemistry

Poděkování:

Především bych chtěla poděkovat vedoucímu mé diplomové práce doc. RNDr. Vasilisu Teodoridisovi, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady a připomínky, které mi poskytl při vypracování diplomové práce.

Také děkuji vedení Gymnázia Karla Čapka, Dobříš za věcnou podporu při zpracování této práce.

Dále děkuji své rodině a blízkým, kteří mě podporovali po celou dobu studia.

1. Obsah

1. OBSAH	1
2. ÚVOD.....	3
3. TEORETICKÁ ČÁST	5
3.1 ROSTLINNÉ ALKALOIDY	5
3.1.1 Přehled rostlinných alkaloidů a jejich rozdělení	5
3.1.2 Vybrané rostlinné alkaloidy.....	6
3.2 KURIKULÁRNÍ DOKUMENTY	14
3.2.1 Vymezení pojmu kurikulum.....	14
3.2.2 Systém kurikulárních dokumentů.....	14
3.2.3 Rostlinné alkaloidy v rámcovém vzdělávacím programu pro základní vzdělávání.....	15
3.2.4 Rostlinné alkaloidy v rámcovém vzdělávacím programu pro gymnázia.....	17
3.3 METODY VÝUKY V BIOLOGII	19
3.3.1 Metody slovní.....	19
3.3.2 Metody názorně demonstrační	21
3.3.3 Metody dovednostně – praktické.....	22
3.3.4 Aktivizující metody.....	23
3.3.5 Komplexní výukové metody	24
4. PRAKTICKÁ ČÁST.....	27
4.1 VYUČOVACÍ HODINA „ROSTLINNÉ ALKALOIDY“	27
4.1.1 Příprava na vyučovací hodinu.....	28
4.1.2 Struktura vyučovací hodiny	29
4.1.3 Klíčové kompetence ve vyučovací hodině.....	30
4.1.4 Didaktické zásady	30
4.1.5 Charakteristika referenční třídy.....	32
4.1.6 Průběh ověřování vyučovací hodiny	32
4.1.7 Diskuze k vyučovací hodině	33
4.2 PROJEKTOVÁ VÝUKA „NEJEN ROSTLINNÉ ALKALOIDY“	34
4.2.1 Návrh projektu	35
4.2.2 Výukové cíle projektu	35
4.2.3 Klíčové kompetence v projektu	37
4.2.4 Kritéria projektu	38
4.2.5 Harmonogram projektu	39

4.2.6	Charakteristika referenční třídy.....	39
4.2.7	Průběh ověření projektu	40
4.2.8	Hodnocení výstupů projektu	45
4.2.9	Diskuze k projektové výuce	47
4.3	LABORATORNÍ CVIČENÍ	48
4.3.1	Výukové cíle laboratorních cvičení	49
4.3.2	Klíčové kompetence při laboratorním cvičení	50
4.3.3	Návrh laboratorního cvičení.....	50
4.3.4	Vlastní ověřování laboratorních cvičení	53
4.3.5	Charakteristika referenční třídy.....	58
4.3.6	Průběh ověřování laboratorních cvičení žáky.....	60
4.3.7	Zhodnocení laboratorního cvičení	60
4.3.8	Diskuze k laboratornímu cvičení.....	65
5.	DISKUZE.....	66
6.	ZÁVĚR.....	68
6.1	SEZNAM OBRÁZKŮ	69
6.2	SEZNAM TABULEK	70
6.3	SEZNAM ZKRATEK	70
7.	LITERATURA.....	71
7.1	INTERNETOVÉ ZDROJE	78
8.	PŘÍLOHY.....	79
8.1	SEZNAM TIŠTĚNÝCH PŘÍLOH	709
8.2	SEZNAM ELEKTRONICKÝCH PŘÍLOH	709
	PŘÍLOHA 1: Rostlinné alkaloidy, učební text.....	1-26
	PŘÍLOHA 2: Návod na laboratorní cvičení, izolace kofeinu z rostlinného materiálu.....	1-9
	PŘÍLOHA 3: Vypracovaný protokol, izolace kofeinu z rostlinného materiálu.....	1-4
	PŘÍLOHA 4: Metodika laboratorního cvičení, izolace kofeinu z rostlinného materiálu	1-2
	PŘÍLOHA 5: Návod na laboratorní cvičení, důkaz nikotinu v tabáku	1-6
	PŘÍLOHA 6: Metodika laboratorního cvičení, důkaz nikotinu v tabáku	1-2

2. Úvod

V úvodu předkládané diplomové práce je nutno zmínit, že téma rostlinných alkaloidů je velice široké a obsáhlé a v neposlední řadě také diskutované i v běžném životě. Tato diplomová práce prakticky navazuje na vlastní bakalářskou práci „Rostlinné alkaloidy a jejich účinky a lidský organismus“ (Větrovská, 2013), která byla rešeršně zpracována a byl zde uveden jejich základní přehled, vlastnosti a účinky nejznámějších rostlinných alkaloidů. Oproti zmiňované bakalářské práce je tato diplomová práce zaměřena především na začlenění učiva rostlinných alkaloidů do výuky a to v několika prakticky ověřovaných variantách. Cílem práce bylo najít vhodné metody výuky tohoto tématu pro žáky čtyřletých a osmiletých gymnázií či odpovídajícím ročníkům základních škol a středních škol. Zároveň použité metody mezi sebou vhodně porovnat z hlediska přínosu a vytvořit metodické návody a materiály, které by mohly být vyučovací pomůckou pro učitele těchto škol. Rozsah použití je tedy značný, při začlenění učiva rostlinných alkaloidů vždy záleží na školních vzdělávacích plánech a možnostech dané školy.

Diplomová práce je rozdělena na část teoretickou a praktickou. V teoretické části jsou shrnuty informace o nejvýznamnějších a širokou veřejností nejznámějších rostlinných alkaloidech, základní informace o kurikulárních dokumentech a v neposlední řadě použitých metod výuky s konkretizací na metody výuky v biologii. Teoretická část je tedy rešeršního charakteru. Praktická část se věnuje využitím navrhovaných metod výuky v praxi v hodinách biologie či chemie. Vzhledem k výrazným mezipředmětovým vztahům a osobním možnostem, byla velká část diplomové práce ověřena právě při hodinách chemie. Na učivo rostlinných alkaloidů to však nemělo žádný vliv. Ověřování výukových metod bylo provedeno v ročníku kvarty osmiletého gymnázia a ve 2. ročníku čtyřletého gymnázia. Oba ročníky jsou součástí Gymnázia Karla Čapka, Dobříš. V případě ročníku kvarty byly ověřovány autorské návrhy výukové hodiny a projektové výuky, v případě 2. ročníku probíhalo ověřování učiva rostlinných alkaloidů při laboratorních cvičeních, konkrétně izolace kofeinu z rostlinného materiálu.

Tato diplomová práce je doplněna o množství autorských tištěných a elektronických příloh, jako jsou: Učební text „Rostlinné alkaloidy“; PowerPointová prezentace „Rostlinné alkaloidy“; Návody na laboratorní cvičení – izolace kofeinu z rostlinného materiálu a důkaz nikotinu v tabáku a odpovídající metodické listy; seznam R, H vět. Tyto materiály jsou

vhodné k okamžitému použití pro běžnou výuku nebo jako rozšiřující materiál pro učitele v praxi.

3. Teoretická část

3.1 Rostlinné alkaloidy

Rostlinné alkaloidy se řadí mezi sekundární metabolity rostlin. Sekundární metabolismus je metabolická dráha určitá většinou pro konkrétní taxon rostlin nebo jen pro jejich určité životní období. Sekundární metabolismus může být také typický pro určitý druh pletiv nebo skupinu buněk (Musilová et al., 2012). Sekundární metabolity se často podílejí na komunikaci rostliny s okolím jako ochrana proti býložravcům, parazitům nebo predátorům. Mohou zajišťovat atraktivitu rostliny pro opylovače nebo také inhibici konkurence (Moravcová, 2006).

Rostlinné alkaloidy jsou dusíkaté heterocykly, které ve své struktuře mají zabudován jeden či více dusíkových atomů. Jsou součástí vyšších dvouděložných rostlin, ale mohou se vyskytovat i u nižších rostlin. Obecně alkaloidy nalezneme také v různých druzích živočichů (žáby, mravenci, aj.) nebo houbách (Evans, 2009; Kutchan, 1995).

Čisté rostlinné alkaloidy jsou převážně krystalické bezbarvé látky, které při reakci s kyselinami tvoří soli příslušných kyselin. Převážná většina alkaloidů je odvozena od aminokyselin, tedy ve svých strukturách kromě dusíku a uhlíku obsahují také kyslík. Čisté alkaloidy bývají rozpustné v organických rozpouštědlech a soli alkaloidů naopak bývají rozpustné ve vodě (Evans, 2009).

3.1.1 Přehled rostlinných alkaloidů a jejich rozdělení

Ještě v roce 2009 se uvádělo, že počet rostlinných alkaloidů vyšších rostlin se pohybuje kolem 10 000 a stále se nové objevují a izolují (Evans, 2009). Zatímco v knize *Alkaloids: A Treasury of Poisons and Medicines* z roku 2014 autoři mluví o 25 000 alkaloidech izolovaných z vyšších rostlin (Funayama, Cordell, 2014).

Alkaloidy jsou často klasifikovány na základě jejich chemické struktury, tzn. podle typických heterocyklických jader jako např. chinolizidinové, indolové, pyrolizidinové či tropanové alkaloidy. Jiné metody klasifikují alkaloidy dle jejich přírodního původu, což znamená dělení alkaloidů dle výskytu v různých taxonomických druzích vyšších rostlin, např. alkaloidy amarylkovitých. Dalším způsobem může být klasifikace alkaloidů dle jejich vzniku během biosyntézy, např. alkaloidy morfinového typu (Funayama, Cordell, 2014). Vzhledem k přehlednosti je v této diplomové práci použito rozdělení rostlinných alkaloidů dle jejich

chemické struktury, tedy dle způsobu umístění dusíku v molekule, a následně dle způsobu vzniku, tj. dle biosyntézy z aminokyselin či kyseliny mevalonové (Evans, 2009).

- **Pravé alkaloidy**

Tyto alkaloidy mají atom dusíku ve své struktuře zabudovaný do heterocyklického kruhu a jedná se o deriváty aminokyselin, jako jsou např. ornithin, lysin, tryptofan). Mezi pravé alkaloidy řadíme alkaloidy odvozené od ornithinu (tropanové a pyrolidizinové alkaloidy), alkaloidy odvozené od lysinu (piperidinové a chinolizidinové alkaloidy) a alkaloidy odvozené od tryptofanu (námelové a indolové alkaloidy).

- **Protoalkaloidy**

Jedná se o alkaloidy, které jsou sice také odvozené od aminokyselin, ale atom dusíku v jejich chemické struktuře je zabudován v postranním řetězci. Mezi tyto alkaloidy řadíme alkaloidy odvozené od fenylalaninu nebo tyrozinu.

- **Pseudoalkaloidy**

Uhlíková struktura pseudoalkaloidů je odvozena od kyseliny mevalonové a potřebný dusík je dodáván aminokyselinou. Mezi tyto alkaloidy řadíme steroidní, purinové a terpenické alkaloidy.

3.1.2 Vybrané rostlinné alkaloidy

Atropin

Rostlinný alkaloid atropin se díky své chemické struktuře řadí mezi pravé tropanové alkaloidy a nejčastěji se vyskytuje v rostlině rulík zlomocný (*Atropa bella donna*), ale i v mnoha dalších druzích čeledi *Solanaceae* (např. *Hyoscyamus niger*, *Datura stramonium*). Z hlediska mechanismu účinku na lidský organismus atropin inhibuje schopnost acetylcholinu navázat se na muskarinový receptor (M-receptor) a tím blokuje přenos vzruchu na centrální i periferní nervové soustavě (Davidová et al., 2005; Patočka, 2004).

Atropin působí na žlázy s vnější sekrecí, zrakovou soustavu, srdce, CNS a hladké svalstvo. Snižuje sekreci žláz v nosní, hltanové a hrtanové sliznici, což vede k obtížnému dýchání. Také výrazně snižuje produkci potu, díky čemuž může dojít až k přehřátí organismu. Při vysokých dávkách atropinu dochází k snížení činnosti žaludečních šťáv, křečím hladkého svalstva, rozšíření očních zorniček a zvýšení nitroočního tlaku. U dávek nad 0,5 mg dochází ke zvýšení tepové frekvence a to celé je doprovázeno neklidem, dezorientací a halucinacemi. Průběh

intoxikace atropinem závisí na požitém množství. U dávek do 2 mg se otrava projevuje nejprve zpomalením tepové frekvence a naopak následnou tachykardií. Požití 2 – 5 mg atropinu vyvolává bolest hlavy, poruchu řeči a neklid. Při dávkách kolem 10 mg dochází k výraznému zhoršení vidění, těžkým halucinacím a deliriu následovaném kómatem, selhání dechového centra a smrtí (Riedl a Vondráček, 1980; Davidová et al., 2005).

Jako 1% roztok se atropin používá v očním lékařství při některých poruchách zraku. V případě otrav inhibitory acetylcholinesterázy (např. organofosfátové insekticidy) se atropin používá jako antidotum (Davidová et al., 2005; Patočka, 2004).

Kokain

Rostlinný alkaloid kokain je stejně jako atropin díky své chemické struktuře řazen do pravých tropanových alkaloidů. Kokain se získává především z koky pravé (*Erythroxylon coca*) rostoucí převážně v Jižní Americe.

Díky své schopnosti paralyzovat nervová zakončení je kokain lokálním anestetikem, stimuluje CNS a výrazně ovlivňuje hladinu noradrenalinu, dopaminu a serotoninu (Weiss et al., 2002).

Kokain se ve světě užívá v několika formách. V oblastech Peru nebo Bolívie se listy koky běžně prodávají na účely tradiční medicíny. Žvýkáním koky se do těla postupně uvolňují šťávy, obsahující kokain. Tato metoda způsobuje u lidí apatii a ztrácí se pocit hladu a žízně. Proto domorodci, kteří těžce pracují na plantážích, často tímto způsobem koku užívají. Chemickým procesem zpracovaná sůl hydrochloridu kokainu je látka dobře rozpustná v tucích. Takto upravený kokain je určen pro aplikaci přes nosní sliznici tzv. „šňupáním“ či vetřením do dásní, do konečníku nebo na genitálie. Po rozpuštění se kokain aplikuje intravenózně. Tato forma aplikace je však ve světě méně častá. V případě první aplikace hydrochloridu kokainu dochází u intoxikovaného ke svalovému třesu, bledosti a celkové slabosti. Teprve při opakovaném užívání dochází k euforii, intoxikovaný má pocit síly, rychlé rozhodnosti a výkonnosti. U žen dochází ke zvýšení sexuální touhy a u mužů k prodloužení erekce (Patočka 2004; Balíková 2004). K otravám dochází při nadměrném užití kokainu. Intoxikovanému je celkově špatně, cítí úzkost, projevují se závratě, halucinace, pocit zmatenosti a ztráta paměti. Dochází k tachykardii a rozšíření zorniček. Následuje kóma, selhání dýchacího centra a smrt (Riedl a Vondráček, 1980; Patočka 2004). Při opakovaném šňupání dochází vzhledem k následnému špatnému prokrvení sliznice k deformaci nosní

přepážky. V případě dalšího zpracování krystalického hydrochloridu kokainu, např. oddělením molekuly HCl pomocí přidání vhodné zásady a následné extrakce do rozpouštědla vznikají nahnědlé krystaly tzv. free base, nebo-li crack, který se následně inhaluje nejčastěji pomocí vodních dýmek (Depirou a Labrousse, 1993). Jakékoliv volné užívání kokainu v Evropě je zakázáno.

V lékařství se kokain používal už v roce 1884 dr. Kollerem jako lokální anestetikum při operaci oka. Dnes se za tímto účelem používá v zubním lékařství. V tradiční medicíně se výtažky z koky používají jako zábaly pro těhotné ženy a požití koky per os uklidňuje žaludek a podporuje činnost trávicího ústrojí (Šejvl, 2010).

Nikotin

Nikotin je svou chemickou strukturou řazen mezi pravé alkaloidy, konkrétně mezi piperidin-pyridinové alkaloidy. Piperidin-pyridinové alkaloidy jsou odvozené od aminokyselin ornitinu nebo lysinu (Shoji et al., 2000). Nikotin je odvozen právě z ornitinu a jedná se o silný kapalný jed, obsažený např. v tabáku virginském (*Nicotiana tabacum*). V naší společnosti se z tabákových listů připravují především kuřácké výrobky, šňupání nebo žvýkání tabáku není v Evropě příliš rozšířeno. Nikotin je vstřebáván do krve hlavně přes trávicí a dýchací soustavu a při biotransformaci se 10% nikotinu vylučuje ledvinami nezměněn, zbytek je přeměňován v játrech na metabolit koniin, který je možné následně stanovit v krvi (Lüllmann et al., 2002).

Nikotin snadno prostupuje hematoencefalitickou membránou a ve středním mozku a v příčně pruhovaných svalech se váže na postsynaptické acetylcholinové receptory (Müllerová a Aujezská, 2014; Lüllmann et al., 2002). Tato aktivizace krátkodobě zvyšuje bdělost a snižuje dráždivost a agresivitu. Nikotin také uvolňuje látky zodpovědné za subjektivně příjemné pocity – katecholaminy, což je příčinou vzniku závislosti. V příčně pruhovaných svalech způsobuje jemný svalový třes a příznivě působí na činnost trávicí soustavy (Lüllmann et al., 2002; Riedl a Vondráček, 1980). Intoxikace nikotinem se projevuje nevolností, svalovým třesem, křečemi a zvracením následované ochrnutím dýchacího centra a smrtí. Za smrtelnou dávku je považováno 50 mg nikotinu (Lüllmann et al., 2002). Nikotin se dokáže vstřebávat i přes kožní sliznici, takže k akutním otravám dochází i při manipulaci při zpracování tabáku. Při chronickém užívání tabákových výrobků, kde jsou obsaženy i další škodlivé složky jako jsou dehet, arsen, aj., dochází ke zvýšenému riziku výskytu

kardiovaskulárních chorob, chronické obstrukční nemoci plic, rakovině plic, rakovině pankreatu, močového měchýře, jícnu, děložního čípku a dalších s tím spojených nemocí (Müllerová a Aujezdská, 2014).

Dříve se diskutovalo o možnosti použití nikotinu na zmírnění projevů Alzheimerovy choroby, ovšem tyto domněnky se nepotvrdily. Nikotin sice stimuluje produkci acetylcholinu, nicméně vlivem oxidů zároveň dochází k zvyšování množství volných radikálů (tzv. oxidative stress), které jsou pro mozek škodlivé (Víchová, 2013).

Piperin

Rostlinný alkaloid piperin se svou chemickou strukturou řadí mezi pravé alkaloidy, piperidin – pyridinové, odvozené od aminokyseliny lysinu. Jedná se o alkaloid obsažený v černém pepři (*Piper nigrum*) a pepři dlouhém (*Piper longum*) a spolu s jeho isomerem chavicinem jsou zodpovědní za ostrou jejich ostrou příchut' (Singh a Duggal, 2009). Piperin je stimulantem CNS a ve vyšších koncentracích poškozuje tkáň jazyka a snižuje krevní tlak (Ševčíková, 2010).

Plody většiny druhů pepřů jsou běžně používány po celém světě jako koření. Vzhledem k antipyretickým účinkům piperinu se v lékařství používá k léčbě zánětů a ke zmírnění bolestí. Pomáhá zlepšení trávení a při léčbě astmatu. Zvyšuje absorpci některých vitaminů, beta – karotenu, kurkuminu, aminokyselin a glukózy, čehož se využívá i v některých přípravcích pro sportovce, např. Bioperine (Singh a Duggal, 2009).

Efedrin

Podle chemické struktury řadíme rostlinný alkaloid efedrin mezi protoalkaloidy, konkrétně mezi deriváty fenylalkylaminů, odvozené od aminokyseliny fenylalaninu. Je součástí rostlin rodu chvojní (*Efedra*). V rostlině efedrin vzniká spolu se svým racemátem pseudoefedrinem (Krizevsky et al., 2012).

Efedrin je svou chemickou strukturou podobný adrenalinu, což způsobuje jeho podobné vlastnosti. Jeho činností je uvolňován noradrenalin ze sympatických nervových zakončení a zároveň brání jeho zpětnému vstřebávání, což se projevuje pocitem euforie. Intoxikace efedrinem se projevuje tachykardií, svalovým třesem a psychózou, poté může nastat infarkt myokardu nebo cévní mozková příhoda. Časté užívání se projevuje nespavostí, ztrátou paměti a poškozením nervů (Radakovic et al., 2011).

Efedrin se v lékařství používá k léčbě astmatických problémů a ve spojení s antihistaminiky je součástí léků na poruchy oběhového systému, např. vazomotorický kolaps. Býval součástí některých léků na léčbu průduškových onemocnění, avšak pro jeho návykovost byl zakázán (Zeman, 1995). Sloučeniny efedrinu jsou, pro svou schopnost rychle spalovat tuky, součástí různých přípravků na hubnutí nebo jako doplněk stravy v kulturistice. V soutěžním sportu jsou látky obsahující efedrin a pseudoefedrin Českým antidopingovým výborem a Státním ústavem pro kontrolu léčiv zakázány (Antidopingový výbor ČR, 2016).

Alkaloid efedrin je také prekurzorem pro výrobu metanfetaminu, nelegální drogy známé jako pervitin. Užíváním metanfetaminu dochází ke stimulaci CNS, zvýšení krevního tlaku a výkonnosti. Časté užívání se projevuje podrážděností, psychickou labilitou, agresivitou, snížením tělesné hmotnosti a především psychickou závislostí a zvyšující tolerancí na účinky drogy (Balíková, 2004).

Meskalin

Rostlinný alkaloid získaný z mexických kaktusů peyotl rodu *Anhalonium* patří rovněž mezi deriváty fenylalkylaminů řazené k protoalkaloidům. V případě požití tohoto alkaloidu se velká část (až 70%) vyloučí v nezměněné moči ven z těla, zbytek je metabolismem přeměněn na acetylovou a methylovou formu. Bolesti hlavy, svalovým třesem, závratěmi a hlavně zrakovými halucinacemi se projevuje intoxikace mezkalinem. Halucinace mohou trvat až hodiny, poté intoxikovaný prochází stavem osobním zaujetím a nakonec tento stav odeznívá až po 10 hodinách, kdy přichází únava a spánek (Patočka, 2004).

V psychiatrickém lékařství je meskalin používán pro vyvolávání modelových psychóz (Moravcová, 2006).

Kapsaicin

Rostlinný alkaloid kapsaicin je hlavním alkaloidem paprik rodu *Capsaicum* a rovněž patří mezi deriváty fenylalkylaminů spadajícím pod protoalkaloidy. Pálivá chuť paprik je způsobena právě přítomností tohoto alkaloidu v rostlině a spolu s jeho deriváty, např. dihydrokapsaicinem jsou nazývány hromadně kapsaicinoidy.

Kromě bohatého využití kapsaicinu v potravinářství jako výrazné dochucovadlo je také významné jeho využití v lékařství. Velké množství kapsaicinu působí analgeticky, čehož se využívá při pooperačních stavech jako lokální analgetikum a také při chronických bolestech

jako součást krémů a náplastí. Zároveň má kapsaicin schopnost snižovat tukovou tkáň, čehož se využívá v přípravcích na hubnutí (Uchytlová a Paleček, 2009; Reyes – Escogido et al., 2001).

Papaverin

Rostlinný alkaloid papaverin je spolu s morfinem a dalšími získáván z opia, který se získává z rostliny máku setého (*Papaver somniferum*). Dle chemické struktury se opiové alkaloidy řadí k protoalkaloidům, konkrétně k isochinolinovým alkaloidům. V opiu se nachází asi 0,8 % tohoto alkaloidu (Lüllmann et al., 2002). Tento alkaloid nepůsobí na CNS, ale působí na srdeční sval a může způsobovat vznik arytmií a snížení krevního tlaku. Otrava papaverinem způsobuje bolesti hlavy, nadměrnou produkci potních žláz, závratě a poruchy srdečního rytmu (Mištová, 2009).

V lékařství je používá především hydrochlorid papaverinu jako lék proti křečím především orgánů trávicí a vylučovací soustavy. Výrazně také přispívá ke zvýšení průtoku krve v orgánech, čehož se využívá při řešení problémů s erekcí u mužů (Valentová et al., 2004).

Morfin

Jak bylo uvedeno výše, morfin je řazen k isochinolinovým alkaloidům a získává se z opia rostliny máku setého (*Papaver somniferum*), kde je jeho hlavním alkaloidem. V závislosti na fyziologických podmínkách rostliny lze z opia získat až 20 % dominantního morfinu (Tluka, 2011; Valíček, 2000).

Morfin svým mechanismem účinku stimuluje opinoidní receptory v mezimozku, míše a limbickém systému, což se projevuje utlumením bolesti a vyvoláním pocitu euforie (Linhart, 2012). Zároveň má morfin tlumivý účinek na dýchací centrum, dráždí CNS a aktivuje chemoreceptory z IV. mozkové komory, které nervově řídí schopnost zvracet. Proto se při podání terapeutické dávky vyskytuje deprese dýchání, nevolnost a zvracení. Avšak při častém užívání morfinu se reakce zvracení potlačuje a vzniká návyk. Intoxikace morfinem se projevuje depresí dechového centra a jejich následné ochrnutí, poté nastává smrt (Lüllmann et al., 2012).

V lékařství se morfin používá především jako narkotické analgetikum, ale vzhledem k možnosti vytvoření návyku smí být u pacientů s možností uzdravení se podáván maximálně 14 dní. U pacientů v posledních fázích onkologických onemocnění nebo v jiných případech,

kdy je pacient nevléčitelně nemocný a trpí velkými bolestmi, smí být morfin podáván bez omezení (Lüllmann et al. 2012; Mištová, 2009).

Derivát morfinu heroin byl ve 20. Století používán jako legální a volně prodejné narkotické analgetikum, šetrnější k žaludeční sliznici a dokonce při léčbě závislosti na morfinu. Byl používán k léčbě nemoci dýchacích cest, pohlavních onemocnění i psychiatrických onemocnění. Ovšem závislost na heroinu vzniká mnohem rychleji a tak byl v mnoha zemích posléze zakázán a v ČR podléhá Zákonu č. 167/1998 Sb. O návykových látkách (Linhart, 2012; Mištová, 2009).

Kofein

Kofein díky jeho chemické struktuře a způsobu vzniku řadíme mezi pseudoalkaloidy, konkrétně mezi purinové alkaloidy, jejichž základními stavebními jednotkami jsou nukleové kyseliny adenin a guanin (Moravcová, 2006). Jedná se o bílý, krystalický rostlinný alkaloid z typických rostlin používaných k přípravě nápojů: kávovník arabský (*Coffea arabica*), čajovník čínský (*Thea sinensis*), kola pravá (*Cola vera*) nebo cesmína paraguayská (*Ilex paraguayensis*), (Lüllmann et al., 2012; Osecká, 2012).

Kofein nepřímo usnadňuje přenos nervových vzruchů, zvyšuje hladinu dopaminu. Působí především na srdce, ledviny a mozkovou kůru (Linhart, 2012; Lüllmann et al., 2012). Jeho účinek závisí na výši dávky a na individuálním organismu, na který působí (např. na zdravotním stavu člověka, věku, interakci s dalšími látkami v těle, aj.), (Rubešová, 2013). V případě nižších dávek, do 3 mg na kilogram tělesné hmotnosti, působí spíše stimulačně na CNS a zároveň má povzbudivý účinek a zvyšuje krevní tlak. Podporuje rychlejší a snadnější rozhodování, snižuje únavu. Zvýšená činnost mozku ovlivňuje nadledvinky, které začnou produkovat více adrenalinu, což způsobuje rychlejší dechovou frekvenci, zrychlení srdeční činnosti, lepší prokrvení svalů a zrychlenému odbourávání cukrů (Linhart, 2012; Osecká 2012). Vyšší dávky mohou vyvolat neklid, nervozitu, podráždění, nepravidelný srdeční tep, dezorientaci a agresivitu. U dávek kolem 500 mg byl pozorován záchvat paniky. Výše dávky, při které dochází k intoxikaci, je zpravidla individuální, ale pohybuje se mezi 200 – 500 mg (Linhart, 2012; Lüllmann, 2012).

Vzhledem k jeho schopnosti povzbudit činnost dýchacího centra a srdeční činnosti se kofein používá v lékařství k některým analgetikům s antipyretickým účinkem při hořčnatých

a infekčních onemocnění a pro své povzbudivé účinky a stimulaci CNS je součástí psychostimulancií (Hampl et al., 2007; Osecká, 2012).

Theobromin

Rostlinný alkaloid teobromin je stejně jako kofein odvozen od AK guaninu a adeninu, proto jej řadíme do purinových alkaloidů pod pseudoalkaloidy. Theobromin se vyskytuje především v kakaových bobech a jeho název je odvozen právě od rodového názvu kakaovníku, Theobroma (Oriňáková, 2010).

Jeho účinky na lidský organismus jsou slabší než účinky kofeinu, ale také stimuluje CNS, rozšiřuje cévy a častá konzumace výrobků s theobrominem vede k lehké závislosti. V lékařství se používá jakou součástí diuretik a vazodilatancií (Ševčíková, 2010; Zajíčková, 2010).

3.2 Kurikulární dokumenty

3.2.1 Vymezení pojmu kurikulum

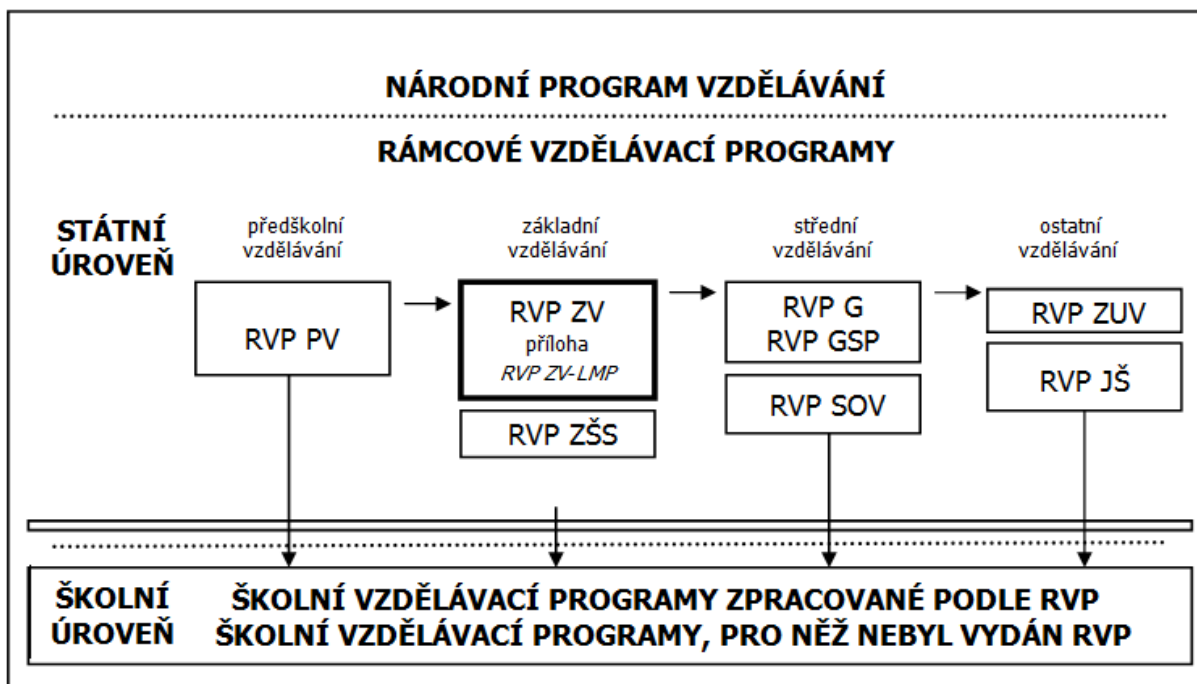
Kurikulum ve významu programu školního vzdělávání reflektuje funkci školy v kulturním, sociálním a politickém kontextu; cíle vzdělávání na určitých stupních a typech škol; časový harmonogram a organizaci školního vzdělávání; posloupnost a uspořádání obsahu vzdělávání; hodnocení žáků a zařazování do vyšších stupňů vzdělávání na základě splněných cílů.

Jedni ze zakladatelů kurikulární teorie jsou američané Franklin Bobbitt a Werret W. Charters, kteří se v 1. pol. 20. století zabývali procesem tvorby kurikula (Bobbitt, 1918; Charters, 1923). Později, v 2. pol. 20. století, byly definované dva základní modely kurikula. První model, označovaný jako racionální model, je zaměřen na zprostředkovávání cíle a vychází z předpokladů, že vzdělávací aktivity slouží právě k naplnění těchto cílů. Racionální model se tedy vztahuje k tvorbě vzdělávacích cílů a jejich plnění pomocí obsahu. Druhým modelem kurikula je model vstřícný. Vstřícný model je definován jako prostředek k dosažení cíle, který není vázán na vzdělávací obsah. Klíčovým znakem je samotný proces učení žáků, význam životních zkušeností, skupinová spolupráce, aj. (Maňák, Janík, 2006).

Dnes jsou za kurikulární dokumenty považovány pedagogické dokumenty, které vymezují koncepci, cíle a vzdělávací obsahy dané etapy vzdělávání (Janík et al., 2010).

3.2.2 Systém kurikulárních dokumentů

Dle principů kurikulární politiky ČR, která je zahrnuta v Národním programu rozvoje vzdělávání v ČR, tzv. Bílé knize a v souladu se zákonem č. 561/2004 Sb., zákon o předškolním, základním, středním, vyšším odborném a jiném vzdělávání, byly v roce 2007 zavedeny nové kurikulární dokumenty pro vzdělávání žáků od 3 – 19 let. Systém kurikulárních dokumentů byl vytvořen na úrovni státní a školní, přičemž státní úroveň představuje Národní program vzdělávání (NPV) a Rámcové vzdělávací programy (RVP). Školní úroveň pak představují dokumenty Školní vzdělávací programy (ŠVP). Rámcové vzdělávací programy jsou na státní úrovni vytvořeny pro každý typ školy, ať už pro předškolní vzdělávání, základní školy, gymnázia, gymnázia s různými druhy příprav či střední odborné školy, viz Obr. 1. (RVP G, 2007).



Obr. 1. Systém kurikulárních dokumentů

Vysvětlivky: RVP PV – Rámcový vzdělávací program pro předškolní vzdělávání; RVP ZV – Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání a příloha Rámcového vzdělávacího programu pro základní vzdělávání upravující vzdělávání žáků s lehkým mentálním postižením (RVP ZV-LMP); RVP ZŠS – Rámcový vzdělávací program pro obor vzdělání základní škola speciální; RVP ZUV – Rámcový vzdělávací program pro základní umělecké vzdělávání; RVP G – Rámcový vzdělávací program pro gymnázia; RVP GSP – Rámcový vzdělávací program pro gymnázia se sportovní přípravou; RVP SOV – Rámcové vzdělávací programy pro střední odborné vzdělávání; RVP JŠ – Rámcový vzdělávací program pro jazykové školy s právem státní jazykové zkoušky (RVP ZV, 2013).

3.2.3 Rostlinné alkaloidy v rámcovém vzdělávacím programu pro základní vzdělávání

Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání

Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání, dále jen RVP ZV, navazuje svým obsahem na rámcový vzdělávací program pro předškolní vzdělávání a je prekonceptem pro rámcové vzdělávací programy pro gymnázia a střední odborné školy. RVP ZV zastupuje také vzdělávání pro žáky odpovídajících víceletých středních škol, tedy i pro žáky víceletých gymnázií. RVP ZV specifikuje vzdělávací obsah a klíčové kompetence, jež by žáci měli být schopni dosáhnout a na konci svého vzdělávání.

RVP ZV je rozdělen do devíti vzdělávacích oblastí, přičemž přírodopis (biologie na víceletých gymnáziích) je spolu s chemií, fyzikou a zeměpisem řazen do jediné vzdělávací

oblasti – Člověk a příroda. Spojení těchto vzdělávacích oborů v jednu vzdělávací oblast odpovídá tomu, že tyto obory jsou si obsahem blízké a příbuzné. Je žádoucí v těchto oborech využívat mezipředmětové vztahy a jako formu výuky především pokus a pozorování.

Vzdělávací obsah oboru přírodopis je členěn do osmi tematických okruhů: obecná biologie a genetika; biologie hub; biologie rostlin; biologie živočichů; biologie člověka; neživá příroda; základy ekologie a praktické poznávání přírody. Vzdělávací obsah oboru chemie je členěn sedmi tematických okruhů: pozorování, pokus a bezpečnost práce; směsi; částicové složení látek a chemické prvky; chemické reakce; anorganické sloučeniny; organické sloučeniny a chemie a společnost. Každý z těchto tematických okruhů zahrnuje doporučené učivo a očekávané výstupy, kterých je během studia nutno dosáhnout (RVP ZV, 2013).

Klíčové kompetence RVP ZV

Kromě rozdělení učiva definuje RVP ZV také klíčové kompetence, které představují souhrn vědomostí, dovedností, schopností, postojů a hodnot důležitých pro osobní rozvoj a uplatnění každého člena společnosti. Klíčové kompetence by měli žáci při svém vzdělávání rozvíjet. Klíčové kompetence pro RVP ZV jsou kompetence k učení, kompetence k řešení problémů, kompetence komunikativní, kompetence sociální a personální, kompetence občanské a kompetence pracovní (RVP ZV, 2013). Některé z těchto kompetencí jsou dobře aplikovatelné na vyučovací hodinu a projektové vyučování, na které je zaměřena dílčí část této diplomové práce.

RVP ZV a rostlinné alkaloidy

Z RVP ZV je patrné, že téma rostlinných alkaloidů není zahrnuto do vzdělávací oblasti přírodopisu, dokonce ani v doporučeném učivu tematického okruhu biologie rostlin, není toto téma nijak zmíněno. Pouze pod dílčím učivem fyziologie rostlin, kde autoři RVP ZV doporučují zvládnutí učiva, jako jsou základní principy fotosyntézy, dýchání, růstu a rozmnožování rostlin, bychom mohli téma rostlinných alkaloidů okrajově zařadit či jako doplnit jako rozšiřující učivo. Stejně tak je tomu ve vzdělávací oblasti chemie. V rámci tematického okruhu chemie a společnost bychom mohli téma rostlinných alkaloidů řadit pod doporučené učivo léčiva a návykové látky.

3.2.4 Rostlinné alkaloidy v rámcovém vzdělávacím programu pro gymnázia

Rámcový vzdělávací program pro gymnázia

Rámcový vzdělávací program pro gymnázia, dále jen RVP G, navazuje svým obsahem na rámcový vzdělávací program základní vzdělávání a jeho úspěšné absolvování je dokončeno maturitní zkouškou. RVP G se vztahuje pouze na vzdělávání pro čtyřletá gymnázia a pro vyšší stupně víceletých gymnázií. Vzděláváním nižších stupňů víceletých gymnázií se zabývá RVP ZV.

Vzdělávací obsah RVP G je členěn do osmi vzdělávacích oblastí, kde je biologie spolu s chemií, fyzikou, geografii a geologií řazena do jediné vzdělávací oblasti – Člověk a příroda. Stejně jako u RVP ZV to ukazuje na možné mezipředmětové propojení těchto oborů. Nejvýhodnější propojení téma rostlinných alkaloidů je mezi obory biologie a chemie.

Vzdělávací obsah oboru biologie je členěn do deseti tematických okruhů: obecná biologie; biologie virů; biologie bakterií; biologie protist; biologie hub; biologie rostlin; biologie živočichů; biologie člověka; genetika; ekologie. Vzdělávací obsah oboru chemie je členěn do čtyř tematických okruhů: obecná chemie; anorganická chemie; organická chemie a biochemie. Každý z těchto tematických okruhů zahrnuje očekávané výstupy a učivo, kterých je během studia nutno dosáhnout (RVP G, 2007).

Klíčové kompetence pro RVP G

Stejně jako klíčové kompetence RVP ZV, tak i klíčové kompetence RVP G představují souhrn vědomostí, dovedností, schopností, postojů a hodnot, které jsou důležité pro osobní rozvoj každého jedince, jeho aktivní zapojení do společnosti a uplatnění v budoucnosti. Žáci čtyřletých gymnázií a odpovídajících ročníků víceletých gymnázií by si během svého studia měli osvojit tyto klíčové kompetence: kompetence k učení, kompetence k řešení problémů, kompetence komunikativní, kompetence sociální a personální, kompetence občanskou, kompetence k podnikavosti (RVP G, 2007). Několik klíčových kompetencí lze vhodně aplikovat na laboratorní práce na téma rostlinných alkaloidů, na které je zaměřena další dílčí část této diplomové práce.

RVP G a rostlinné alkaloidy

Dle RVP G je možné v rámci tematického okruhu biologie rostlin vzdělávací oblasti biologie zařadit téma rostlinné alkaloidy mezi učivo fyziologie rostlin. Aplikace tématu rostlinných alkaloidů je možná i na očekávané výstupy: „Zhodnotí rostliny jako primární producenty biomasy a možnosti využití rostlin v různých odvětvích lidské činnosti.“ (v rámci možností využití rostlin v různých odvětvích lidské činnosti) a „Objasní princip životních cyklů a způsoby rozmnožování rostlin.“ (v rámci životních cyklů rostlin). V rámci tematického okruhu organická chemie vzdělávací oblasti chemie lze okrajově zařadit téma rostlinných alkaloidů mezi okruh učiva léčiva, pesticidy, barviva a detergenty; především právě mezi léčiva.

V RVP G je doporučeno využívání dalších výukových metod, mj. například laboratorních a praktických cvičení, což je vhodné aplikovat právě na téma rostlinných alkaloidů.

3.3 Metody výuky v biologii

V běžně dostupné literatuře pro pedagogy nebo studenty pedagogiky můžeme najít mnoho různých definic metod výuky a také mnoho odlišných rozdělení metod výuky. V konečném důsledku se mnoho autorů shoduje či přímo cituje v různých metodách výuky.

Pro tuto diplomovou práci bylo vybráno rozdělení výukových metod dle autorů Maňáka a Švece – Výukové metody (Maňák, Švec, 2003), i přes to, že se může zdát tato publikace zastaralá, většina autorů se na tuto publikaci stále odkazuje – např. Skalková (2007); Zormanová (2012).

Výukové metody je nutno při samotné výuce střídat, mnohé z nich se vzájemně doplňují a přirozeně na sebe navazují, např. vysvětlování obsahu rostlinných alkaloidů v konkrétních rostlinách by bez obrazového či živého materiálu byl těžce pochopitelný a zapamatovatelný.

3.3.1 Metody slovní

Mezi metody slovní řadíme jakékoliv verbální metody (vysvětlování, poučování, vyprávění, pochvala, aj.). Slovní metody patří mezi nejdůležitější formy dorozumívání mezi jednotlivci a jednu část komunikace je možno vést právě pomocí jazykové komunikace ať už mezi žáky samotnými nebo v interakci učitel – žák či učitel – skupina žáků.

Mezi metody slovní autoři Maňák a Švec (2003) řadí především vyprávění, vysvětlování, přednášku, práci s textem a rozhovor. Pro účely této diplomové práce a výuky v biologii byly vybrány tyto výukové slovní metody:

Vysvětlování

Při vysvětlování, resp. výkladu je kladen důraz na systematické a logické uspořádání učiva. Výklad musí respektovat dosavadní znalosti a dovednosti žáků a jejich psychické schopnosti při osvojování učiva. Vysvětlování plní základní úlohu k pochopení jevů, k porozumění souvislostí a propojení dříve nabytého učiva s učivem novým.

Výklad nového učiva je vhodné doplnit o obrazový, živý, aj. materiál. Při výkladu je žádoucí mít zpětnou vazbu od žáků, zodpovídat dotazy a opakovaně se jich dotazovat na právě probrané nové učivo. Právě při výkladu je nejvíce žádoucí metody výuky stále střídat tak, aby nedocházelo k opadnutí zájmu ze stran žáků o nové učivo.

Rozhovor

Maňák a Švec (2003) definují metodu výuky rozhovorem jako metodu, která: „představuje verbální komunikaci v podobě otázek a odpovědí dvou nebo více osob na dané výchovně-vzdělávací téma, které se vyznačuje svou vnitřní zaměřeností na stanovený cíl.“ V běžné praxi se nejčastěji používá výukový rozhovor, dále jen rozhovor.

Pomocí rozhovoru je učitel schopen stanovit dosavadní znalosti žáků, jejich předpoklady pro získání nových znalostí i jejich současné psychické rozpoložení k vnímání nového učiva. Rozhovor může být také použit jako metoda aktivizující, která žáky nutí rychle reagovat, zamyslet se a pokračovat v dialogu s učitelem. V případě zahájení rozhovoru učitelem je vhodné žáky oslovovat jménem, pokud se jedná o mířenou otázku na konkrétní žáky. Zde je ale riziko, že učitel nestihne během hodiny oslovit všechny žáky. Ideálním případem je, když učitel je schopen vyvolat odezvu u více žáků najednou. Metoda rozhovoru vede žáky k účasti na probíraném učivu, pomocí rozhovoru lze řešit problematiku pasáže, hodnotit a vyvozovat závěry. Rozhovor může být zahájen i ze stran žáků. V tomto případě je vhodné, aby učitel na zahájený rozhovor adekvátně reagoval, ale zároveň převzal vedení nad průběhem dialogu a včas a vhodně jej ukončil. Metoda rozhovoru může také plnit úlohu plnohodnotné diskuze, kdy na závěr je některý z žáků schopen diskuzi shrnout a vyvodit závěry.

Metoda rozhovoru by měla být součástí každé vyučovací hodiny. V hodinách biologie je vhodné tuto metodu použít např. pro zopakování učiva, v případě nejasností ze stran žáků či zjištění, jaký mají žáci k probírané problematice osobní postoj.

Práce s textem

Při práci s textem převládá schopnost žáka samostatně pracovat a soustředit se. S učitelskou podporou dominuje žákovo učení. Žáci prostřednictvím textu získávají nejen nové či prohlubující informace, ale také postupy a návody, které podněcují k pozorování, experimentování a laborování.

Texty ve výuce biologie mohou mít různou povahu:

- a) Učební texty – učebnice, encyklopedie, určovací klíče, aj., které slouží k získání nových informací nebo prohloubení dosavadních znalostí.
- b) Pracovní sešity/Pracovní listy – prohlubují tvůrčí činnost, prokázání znalosti problematiky, schopnost písemně či obrazově se vyjádřit na dané téma.

- c) Doprovodné texty – při práci s textem je efektivní využívat i doprovodné ilustrace, fotografie, diagramy, grafy, schémata, aj., které mají poznávací, názornou funkci, v některých případech plní funkci estetickou a emocionálně-motivační (Vališová et al., 2011).
- d) Návod, postupy, protokoly – vhodně zpracované a ověřené návody a postupy jsou nezbytné při laboratorním cvičení a experimentování. Při zpracování protokolu žáci využijí aktivně nabyté vědomosti a prohlubuje to jejich schopnost písemně se vyjádřit.

3.3.2 Metody názorně demonstrační

Především na pozorovací činnosti žáků a jejich schopnosti vnímání jsou založeny metody názorně demonstrační. Tyto metody rozvíjení poznávací aktivity žáků, prohlubují myšlenkové činnosti žáků a spojují teoretické a praktické znalosti žáků (Vališová et al., 2011). Mezi metody názorně demonstrační patří práce s obrazem, předvádění a pozorování a instruktáž. Pro praktickou část této diplomové práce byly zvoleny metody práce s obrazem a pozorování.

Práce s obrazem

Mezi nejčastější názorně demonstrační metodu výuky patří práce s obrazem. Může se jednat o ilustraci, fotografii, nástěnný obrazový materiál, graf, nákres, aj., který většinou doplňuje slovní výklad. Obrazový materiál by měl bezprostředně souviset s probíraným tématem a měl by vždy svou náročností odpovídat schopnostem dané věkové skupiny žáků. Existují tři základní úrovně schopnosti žáků dekódovat obrazy (Maňák, Švec, 2003):

- a) Prosté pozorování a pouhé vyjmenování prvních postřehů z obrazového materiálu.
- b) Úroveň popisná – schopnost žáků bezprostředně pojmenovat, ze kterých částí se obraz skládá a co vyjadřuje.
- c) Výklad a vysvětlení pozorovaného obrazového materiálu. Získané informace z obrazu jsou žáci schopni propojit s myšlenkovými činnostmi. Je to tzv. „čtení obrazu“ a jedná se o nejvyšší stupeň pochopení obrazového materiálu.

V praktické části této diplomové práce byla metoda práce s obrazem použita pouze jako doplňující materiál pro dotvoření představy o probíraném tématu.

Pozorování

Za výukovou metodu pozorování je pokládána činnost žáků, při níž žáci cíleně pozorují a vnímají biologický (v našem případě také chemický) objekt. Žáci pozorují objekt pouhým okem nebo pomocí různých pomůcek (mikroskop, lupa).

Metoda pozorování má ve výuce biologie velký význam. Úlohou učitele je vhodně zvolit pozorované pomůcky (přírodniny, aj.) tak, aby pozorovaných pomůcek mohl být větší počet (nejlépe jeden pozorovaný předmět do lavice) a aby byla zaručena názornost pozorovaného objektu (Pavlasová, 2013).

Dle druhu pozorovaných objektů ve výuce biologie můžeme rozlišit pozorování na dva druhy: bezprostřední a zprostředkované (Altmann, 1975 a Tulenková, 2006). Za bezprostřední pozorování řadíme pozorování skutečných biologických objektů, skutečného živého materiálu. Práce s živým biologickým materiálem vede žáky ke srovnávání skutečného materiálu s materiálem názorným – fotografie, obrazy, aj. U žáků toto srovnávání vyvolává potřebu kontrolovat správnost a přesnost pozorovaných poznatků. Bezprostřední pozorování je vhodné k utváření konkrétních představ a spojování těchto představ s odbornými pojmy a termíny (Tulenková, 2006). Zprostředkované pozorování, tzv. nepřímé pozorování, je zprostředkováváno pomocí přístrojů (mikroskopy, váhy, aj.).

3.3.3 Metody dovednostně – praktické

Jedná se stále o celkem novodobou koncepci metod výuky. Kurikulární reforma si vyžaduje „odtržení žáků od školy“, čímž lze docílit právě metodami dovednostně-praktickými. Tyto metody jsou zaměřeny především na vlastní činnosti žáků. Základními principy jsou: zapojení všech smyslových orgánů; odpovědnost za své jednání a činy; chápání souvislostí mezi příčinou a následkem; schopnost organizovat si čas, úkoly a práci; schopnost spolupráce (Maňak, Švec, 2003). Mezi metody dovednostně-praktické řadíme mj. laboratorní činnost.

Laboratorní činnost

Laboratorní činnost a experimentování se uplatňuje především v přírodovědných předmětech, jako jsou biologie, chemie či fyzika. Při laboratorní činnosti se žáci učí přírodním zákonitostem, odborným metodám, pozorování a vyhodnocování získaných výsledků – zpracování laboratorních protokolů a formulování závěrů (Maňák, Švec, 2003).

Kromě získávání odborných znalostí z hlediska vyučovaného předmětu lze zmínit i výchovnou stránku laboratorní činnosti. Žáci většinou musí spolupracovat ve dvojicích nebo skupinách, dodržovat předem stanovená pravidla a kázeň. Vyžaduje od žáků odpovědnost, rozhodnost, trpělivost. Nutí žáky zorganizovat si čas na práci a kriticky hodnotit získané výsledky (Tulenková, 2006).

Z hlediska zapojení žáků můžeme laboratorní činnosti rozdělit do tří skupin: individuální, partnerské a skupinové (Altmann, Horník, 1988). Při individuální činnosti provádí laboratorní práci žák samostatně. Samostatná laboratorní činnost je v rámci běžné praxe používána spíše v mimoškolních, odborných a jiných aktivitách, vhodná hlavně při středoškolské odborné činnosti. Při běžné výuce je individuální činnost především časově nevýhodná a náročná na pomůcky i prostory. Partnerská činnost je modifikací činnosti skupinové, kdy laboratorní činnost provádí dvojice žáků, která je nucena spolu komunikovat a spolupracovat. Při partnerské činnosti se žáci při provádění laboratorní práce střídají, spatřují tak v práci osobní hodnotu a cítí větší odpovědnost za vlastní výsledky. Při partnerské činnosti je minimalizováno riziko, že některý z žáků bude jen pasivně přihlížet a nepodílet se tak na společném výsledku (Petty, 2013).

Při plánování laboratorních činností musí učitel nejprve zohlednit délku trvání laboratorních cvičení a dále ověřit vlastní práci relevantnost prováděných pokusů tak, aby mohl předejít případným nezdarům typu znehodnocené vzorky, znehodnocené chemikálie, nefunkčnost laboratorních přístrojů, aj. (Tulenková, 2006).

3.3.4 Aktivizující metody

Obecná definice aktivizujících metod, dle Jankovcové et al., 1988, zní: „*Aktivizující metody jsou postupy, které vedou výuku tak, aby se výchovně-vzdělávacích cílů dosahovalo hlavně na základě vlastní učební práce žáků, přičemž důraz se klade na vlastní myšlení a řešení problémů.*“ Předpokládá se vlastní angažovanost žáků ve výuce, jejich bezprostřední zapojení do výuky a zároveň blízkou spoluprací s učitelem. Aktivizující metody rozvíjejí

osobnost, myšlení i charakter žáka a dále vyžadují určitou zodpovědnost k plnění úkolů ze stran učitele i žáků. Tyto metody počítají s individuálními učebními styly žáků a zohledňují jejich kognitivní úroveň. Mimo jiné přispívají k příznivému školnímu klimatu a propojení školy se životem, což se stává pro žáky přitažlivější a přispívá to k jejich vlastní seberealizaci (Maňák, Švec, 2003). Aktivizujících metod ve výuce je velké množství a stejně tak i jejich různých modifikací. Mezi aktivizující metody patří mj. metody diskuzní.

Metody diskuzní

Metody diskuzní úzce souvisejí s metodami slovními, viz výše, kdy metoda plynule navazuje na formu rozhovoru, přičemž forma diskuze umožňuje vyjádřit svůj osobní postoj, názor a náhled na probíranou problematiku. Na základě svých znalostí, žáci i učitel, vhodně své postoje argumentují a tím pádem nalézají společná řešení problémů. Pro úspěšnou diskuzi je nutné zvolit vhodné téma, takové, které je pro žáky atraktivní a zajímavé. Dále je nutné, aby žáci byli na diskuzi předem připraveni. Není nutné jim předem sdělovat, že se bude diskutovat na dané téma, ale předpokládá se, že žáci by měli mít základní poznatky a znalosti či vlastní názory o diskutovaném tématu předem. Diskuze musí mít určitý řád, tak aby nedocházelo ke zbytečným prodlevám, nevhodné výměně názorů nebo překřikování. Učitel musí diskuzi řídit „dle předem připraveného scénáře:“ vymezení tématu, výměna názorů, následná argumentace a odůvodnění postoje, shrnutí výsledků diskuze. Úspěšnou diskuzi podporuje příznivé klima třídy a schopnost třídního kolektivu schopně komunikovat.

V případě výuky biologie je vhodné zařadit metodu diskuzní na začátek či na závěr prakticky jakéhokoliv projektu nebo např. při řešení ekologických a environmentálních problémů. Naopak nevhodné je zařazovat diskuzní metodu do výuky, která je založená na zjištěných faktech.

3.3.5 Komplexní výukové metody

Komplexí metody na rozdíl od metod tradičních a aktivizujících dále: „*rozšiřují prostor výukových metod o prvky organizačních forem, didaktických prostředků a reflektují celkové cíle výchovy a vzdělávání*“ (Maňák, Švec, 2003). Jinými slovy vzájemně propojují výukové metody, organizační formy výuky a didaktické prostředky a tím přispívá ke globalizaci výchovně-vzdělávacích procesů.

Při výuce biologie lze je možné vhodně zařadit většinu komplexních výukových metod, uvedených v publikaci od Maňáka a Švece, 2003: frontální výuka, skupinová výuka, partnerská výuka, samostatná práce žáků, prvky kritického myšlení, brainstorming, projektová výuka, otevřené učení, aj. Pro tuto diplomovou práci byla vybrána projektová výuka.

Projektová výuka

Definice projektové výuky nebo-li projektového vyučování, je v ohledu na různé autory značně nejednotná. Maňák a Švec, 2003 charakterizují projektovou výuku jako proces učení, který zasahuje mimo školu, do přírody, společenské komunity nebo do výrobního procesu. Žáci se zapojují do životní praxe a za své kroky při plnění projektu nesou určitou odpovědnost. Projektová výuka přesahuje hranice jednoho předmětu a tvoří tak významné propojení několika příbuzných předmětů. Jedná se tedy o komplexní výukovou metodu, která zasahuje do životních situací a kterou je nutno řešit teoreticky i prakticky. Za organizační formu vyučování považuje projektovou výuku Skalková (1995) a jako specifickou koncentraci učiva vnímá projektové vyučování Valenta (1993). Zajímavý pohled na projektovou výuku má Kubínová, 2002, která na ni nahlíží jako na druh vzdělávací strategie, která vyžaduje aktivní přístup žáka k vlastnímu vzdělávání a umožňuje žákům naplňovat jejich potřeby a zájmy, rozvíjet schopnosti, podporovat týmovou spolupráci a prezentovat své výsledky (Kubínová, 2002). Cíl práce dává projektu smysl, motivuje žáka k aktivitě a řídí průběh činnosti žáka. Téma projektu musí být ze života a musí zahrnovat poznatky z různých oborů. Projektové vyučování vyžaduje delší časový úsek – projektový den, týden nebo v průběhu celého školního roku (Tomková, et al., 2009).

Principem projektového vyučování je vnitřní motivace žáků. Žáci přebírají za projekt odpovědnost a cítí touhu vyřešit daný problém. Úloha učitele je plánování, hledání vhodného tématu, promýšlení činností a úkolů a udržení motivace žáků. Žáci mají možnost výběru z nabízených témat, volí vhodné informační zdroje, hledají způsob zpracování úkolů, plánují a rozdělují si práci. Žáci si vybírají spolupracovníky a pomůcky (Tomková, et al., 2009).

Projektové vyučování lze rozdělit na několik fází (Maňák, Švec, 2003):

- Stanovení cíle – žáci musí téma projektu přijmout a být motivováni k jeho plnění.
- Vytvoření plánu – zahrnuje diskuzi nad plněním a nutnou kalkulaci času a potřebného materiálu.

- Realizace plánu – učitel musí sledovat naplánovaný postup a harmonogram a porovnávat jej s aktuálním stavem plnění. Úkolem žáků je vhodně nakládat s časem, informacemi i pomůckami k plnění plánu.
- Vyhodnocení – žáci se učí být objektivní a sebekritičtí. Závěrem je vhodné výsledky společně diskutovat a prezentovat alespoň v rámci školy.

4. Praktická část

Praktická část této diplomové práce byla prováděna na Gymnázium Karla Čapka, Dobříš v hodinách kvarty (nižší stupeň gymnázia) a v hodinách druhého ročníku čtyřletého cyklu. Vzhledem k mezipředmětovým vztahům této problematiky velká část výuky proběhla v hodinách chemie a v hodinách cvičení z chemie.

V hodinách kvarty byl ověřován autorský návrh vyučovací hodiny na téma „Rostlinné alkaloidy“ a zároveň projektová výuka „Nejen rostlinné alkaloidy.“ V hodinách cvičení z chemie bylo 2. ročníkem ověřováno laboratorní cvičení „Izolace kofeinu rostlinného materiálu“, jehož předlohou byly laboratorní návody vypracované v rámci Projektu EU panem Ing. Hořcicem „Izolace kofeinu extrakcí z rostlinných materiálů“ (Hořcic, 2015).

Počet žáků účastnících se ověřování praktické části této diplomové práce ukazuje Tab. 1. Vytvořené a použité učební materiály shrnuje seznam tištěných a elektronických příloh.

Třída	Vyučovací hodina „Rostlinné alkaloidy“	Projektová výuka „Nejen rostlinné alkaloidy“	Laboratorní cvičení „Izolace kofeinu z rostl. materiálu“
kvarta	29	29	-
2. ročník	-	-	20

Tabulka 1. Počet žáků účastnících se ověřování dílčích metod.

4.1 Vyučovací hodina „Rostlinné alkaloidy“

Návrh vyučovací hodiny na téma rostlinných alkaloidů byl tvořen pro třídu kvarty nižšího stupně Gymnázia Karla Čapka, Dobříš. V tomto ročníku se dle tematických plánů v hodinách biologie téma rostlinných alkaloidů neprobírá. Nicméně v tematických plánech chemie jsou alkaloidy řazeny hned při začátku školního roku za téma vitamínů. Tento tematický plán navazuje na oblast Přírodní látky v učebnici Chemie pro základní školy a víceletá gymnázia od nakladatelství Fraus (Škoda, Doulík, 2007). Je zde tedy možné uplatnit bohaté mezipředmětové vztahy mezi biologií a chemií.

Při tvorbě vyučovací hodiny v rozsahu 45 minut jsem se držela didaktických zásad a struktury hodiny dle publikace Přehled didaktiky biologie (Pavlasová, 2013). Následující

podkapitoly obsahují konkrétní údaje o struktuře a obsahu vyučovací hodiny Rostlinné alkaloidy s ohledem na analýzu konkrétních klíčových kompetencí a didaktických zásad.

4.1.1 Příprava na vyučovací hodinu

Při přípravě na vyučovací hodinu bylo nutné vzít v úvahu časovou dotaci vyučovací hodiny – 45 minut; znalosti, se kterými žáci do hodiny přicházejí; promyslet a definovat cíle hodiny; zajistit ukázkou přírodnin a pomůcek; zajistit ICT technologii; vytvořit vhodný učební materiál a v neposlední řadě promyslet průběh vyučovací a navazování výukových metod. Detailní přípravu na vyučovací hodinu popisuje Tabulka 2. Struktura tabulky byla převzata z publikace Přehled didaktiky biologie (Pavlasová, 2013).

Třída	Kvarta, 29 žáků
Téma hodiny	Rostlinné alkaloidy
Cíle hodiny	Žáci definují pojem rostlinné alkaloidy, vyberou a určí druhy rostlin obsahující rostlinné alkaloidy, vysvětlí funkce rostlinných alkaloidů, diskutují toxicitu rostlinných alkaloidů, interpretují složení konkrétních léků z hlediska obsahu rostlinných alkaloidů, navrhnou postup, jak zmírnit zneužívání rostlinných alkaloidů, rozliší hranici mezi léčivou dávkou a návykem, klasifikují rostlinné alkaloidy z hlediska toxicity, shrnou získané znalosti, zhodnotí všeobecnou informovanost o léčivých i návykových účincích.
Prekoncept (východiska hodiny)	Žáci budou znát především zneužívané rostlinné alkaloidy, včetně těch legálních (nikotin, kofein). O běžných alkaloidech, např. v rodu <i>Capsicum</i> , <i>Piper</i> nebo z čeledi Solanaceae, nebudou mít žáci takové povědomí.
Pomůcky	Vzorky rostlin: zrno kávy, nikotinové náplasti v balení Informační techniku, ppt prezentaci (<i>Elektronická příloha 1</i>), Učební text pro kvartu (<i>Příloha 1</i>).
Rozpis výukových aktivit	Aktivita (0 – 5 minut) – napsat rostlinné alkaloidy na tabuli (všechny, na které si žáci vzpomenou).

	<p>Diskuze o jednotlivých zástupcích rostlinných alkaloidů na tabuli (5 – 10 minut).</p> <p>Výklad (10 – 25 minut) – viz příprava z učebního textu a ppt prezentace.</p> <p>Vlastní aktivita (25 – 30 minut) – nahlédnutí do učebního textu a vyhledání odpovědí na dané otázky – viz ppt příprava a učební text.</p> <p>Skupinová práce (30 – 40 minut) – vysvětlí klady a zápory používání konkrétních zástupců – fáze vyhledávání informací a opakování nového učiva.</p>
Domácí příprava na další hodinu	Příprava na projektovou výuku, sbírání informací o vybraném zástupci.
Poznámky	Učební text byl rozeslán na osobní maily studentům, je nutné, aby si jej žáci vytiskli, případně stáhli do vlastních tabletů.

Tabulka 2. Příprava na vyučovací hodinu „Rostlinné alkaloidy.“

4.1.2 Struktura vyučovací hodiny

1. Zahájení hodiny

- Zápis do třídní knihy
- Sdělení cíle a tématu hodiny

2. Opakování probraného učiva

- V této vyučovací hodině bylo opakování probraného učiva (zde fytohormony) z důvodu nedostatku času vynecháno.

3. Probírání nového učiva

- Motivace: Vyjmenování rostlinných alkaloidů, které žáci doposud znají.
- Výklad: dle PowerPointové prezentace (*Příloha 1*) a dle učebního textu (*Příloha 2*).
 - PowerPointová prezentace byla zhotovena pouze jako doprovodný materiál pro učitele, nejedná se o plnohodnotný zdroj informací pro žáky.

- Výklad byl stručný, vzhledem k časové vytiženosti. Informace o dalších zajímavých alkaloidech jsou součástí vlastní aktivity a samostatné práce v době vyučovací hodiny.

- Aktivita:

1. Vyhledávání informací v učebním textu.
2. Skupinová práce - vysvětlí klady a zápory používání konkrétních zástupců – fáze vyhledávání informací a opakování nového učiva

4. Opakování a procvičování nového učiva

- Skupinová práce: Klady a zápory konkrétních zástupců alkaloidů.

5. Uložení domácího úkolu

- Příprava na projektovou výuku, sbírání informací o konkrétním tématu – viz projekt.

4.1.3 Klíčové kompetence ve vyučovací hodině

Předpoklad získání klíčových kompetencí v rámci vyučovací hodiny „Rostlinné alkaloidy“ dle RVP ZV (2013):

Klíčové kompetence k učení předpokládá schopnost samostatně se učit, získávat informace, kriticky hodnotit nové informace a organizovat vlastní činnost v procesu učení. Tato kompetence se při vyučovací hodině projeví kritickým myšlením a hodnocením získaných informací a nutností vyhledat si nové a rozšiřující informace.

K získání kompetence komunikativní je nutné, aby žák porozuměl abstraktním a odborným pojmům a vlastními slovy formuloval své otázky i odpovědi.

Kompetence občanská předpokládá porozumění žáka v souvislostech ochrany veřejného zdraví a zároveň pochopení využití léčebných prostředků na podporu zdraví.

4.1.4 Didaktické zásady

Dodržením didaktických zásad vede vyučovací hodinu k úspěšnému dosažení stanoveného cíle. Didaktické zásady pro oblast biologie stanovil Antonín Altmann (1975), týkají se činnosti učitele i činnosti žáka a vzájemně se propojují. Pro vyučovací hodinu „Rostlinné alkaloidy“ byly didaktické zásady stanoveny takto:

1. Zásada vědeckosti

- Cizí slova vždy vysvětlit, např. dusík v heterocyklické sloučenině, analgetika, anestetika, aj.
- Nezkreslovat informace nebo příliš nezjednodušovat.
- Sledovat nové metody získávání či využití rostlinných alkaloidů.

2. Zásada výchovného vyučování

- Správné ovlivnění hodnot a postojů žáka v souvislosti se zneužíváním rostlinných alkaloidů.

3. Zásada soustavnosti a posloupnosti

- Rozdělení rostlinných alkaloidů do skupin, zvolení vhodných zástupců a vysvětlit jejich výskyt, účinky, použití.

4. Zásada názornosti

- Použití obrázků konkrétních rostlin, obsahujících rostlinné alkaloidy, v prezentaci.
- Ukázka kávových zrn obsahujících kofein a nikotinové náplasti obsahujících nikotin.
- Obrázky a chemické struktury uvedené v učebním textu.

5. Zásada spojení teorie s praxí a zásada spojení školy se životem

- Propojení získaných znalostí s běžným životem, např. ochrana zdraví před zneužívanými rostlinnými alkaloidy, přisouzení pálivosti papírek, zhodnocení užívání kofeinu, nikotinu aj.

6. Zásada přiměřenosti

- Přirovnat heterocyklický cyklus rostlinných alkaloidů k heterocyklickým sloučeninám, které žáci znají z minulých let hodin chemie.
- Navázat na znalosti lidské fyziologie z hodin biologie v tercii.

7. Zásada uvědomělosti osvojovaných vědomostí

- Použití následného projektového vyučování, kde žáci aktivně přistupují k problematice.

8. Zásada trvalosti

- Opakování v závěru hodiny, viz skupinová práce v závěru hodiny.

9. Zásada individuálního přístupu k žákům

- V rámci navazujícího projektu aktivně spolupracovat se žáky jako se skupinou, ale také s jedinci.
-

10. Zásada respektování mezipředmětových vztahů

- Tato problematika přímo nabízí využití mezipředmětových vztahů především mezi biologií a chemií.

11. Zásada hygieny a bezpečnosti výuky

- Při navrhované výuce se nepracuje s žádnými modely ani se nedělají žádné pokusy.

4.1.5 Charakteristika referenční třídy

Návrh vyučovací hodiny byl ověřován na Gymnáziu Karla Čapka, Dobříš ve třídě kvarty, kam dochází 29 žáků, z toho 18 dívek a 11 chlapců. Všichni žáci se účastnili této vyučovací hodiny v rámci běžné výuky hodiny chemie, kdy v tomto roce je v učebních plánech tohoto předmětu zařazeno učivo o přírodních látkách, mezi něž patří i rostlinné alkaloidy. Nebylo tedy nutné výrazně vybočovat z plánu či jinak měnit učební plány třídy. Vyučovací hodina byla ověřena v listopadu roku 2015.

Třídní kolektiv třídy funguje bezproblémově, všichni žáci nastoupili společně už do primy a od té doby je z důvodu stěhování opustil pouze jeden žák. V hodinách tato třída patří mezi živější a komunikativnější. Při výkladu nového učiva jsou pozorní a při opakování a samostatných aktivitách úkoly plní pečlivě.

4.1.6 Průběh ověřování vyučovací hodiny

Téma rostlinných alkaloidů přímo navazovalo na kapitolu o fytohormonech v učebním plánu ve výuce chemie dle učebnice Chemie pro základní školy a víceletá gymnázia od nakladatelství Fraus (Škoda, Doulík, 2007).

V úvodu hodiny po pozdravu a zapsání do třídní knihy byli žáci seznámeni s tím, že pro množství naplánovaných aktivit není možné opakovat probranou látku z minulé hodiny. Prozradila jsem jim téma hodiny – rostlinné alkaloidy a vyzvala je k tomu, aby mi vyjmenovali všechny rostlinné alkaloidy, které znají. Jednalo se o určitou formu brainstormingu, kdy jsem všechny jmenované rostlinné alkaloidy zapisovala na tabuli. Po malé nápovědě si žáci vzpomněli pouze na typické představitele, jako jsou nikotin, kofein, morfin a kokain. Spoustu žáků si myslelo, že v konopí je také rostlinný alkaloid. Žákům tedy bylo vysvětleno, že v konopí se nenachází rostlinné alkaloidy, nýbrž kanabinoidy.

Vzhledem k tomu, že žáci si vzpomněli pouze na 4 zástupce rostlinných alkaloidů, proběhla pouze krátká diskuze, kdy žáci věděli, že morfin se získává z opia a používá se v lékařství, kofein je součástí nápojů a má povzbudivé účinky, nikotin je součástí cigaret a vzniká na něj závislost a že kokain je často zneužívaná droga. Prostor pro bližší informace o zástupcích jsem prozatím nechala otevřený.

Pomocí PowerPoint prezentace (*Příloha 1*) následoval vlastní výklad, kde bylo vysvětleno, jako úlohu mají rostlinné alkaloidy v tělech rostlin, jakým způsobem dělíme alkaloidy, a byli blíže popsáni pouze typičtí zástupci jednotlivých skupin rostlinných alkaloidů, jako jsou atropin, nikotin, morfin a kofein. Při výkladu o nikotinu a kofeinu byly žákům ukázány a následně poslány k prohlídnutí zrna kávy a krabička od nikotinových náplastí s důrazem na jejich složení.

Pro získání znalostí o dalších zástupcích měla být využita následující aktivita, kdy žáci měli nahlédnout do připravených učebních textů (*Příloha 2*) a vyhledat tam odpovědi na připravené otázky (viz *Příloha 1*, snímek 10). Tato aktivita byla z důvodu časové tísně vynechána stejně tak jako aktivita následující, kdy měli žáci vysvětlit klady a zápory používání konkrétních rostlinných alkaloidů (viz *Příloha 1*, snímek 11).

V závěru hodiny probíhala příprava na následující projektové vyučování, kdy se žáci rozdělili do jednotlivých skupin a byl jim vysvětlen průběh a požadavky projektu (viz kap. 3.1.6. Průběh ověření projektu).

4.1.7 Diskuze k vyučovací hodině

Připravené téma hodiny žáky bezesporu zaujalo, přesto si nejprve museli osvojit, kterým látkám se říká rostlinné alkaloidy. Žáci při hodině dobře spolupracovali, ale i přes veškerou snahu jsem se do plánovaného časového harmonogramu nevešla a v průběhu hodiny jsem musela improvizovat a zkracovat tak aktivity, které by jinak byly vhodným opakováním.

Zhodnocení dle didaktických zásad:

- Zásada vědeckosti – byla splněna, cizí slova byla v průběhu hodiny všechna vysvětlena.
- Zásada výchovného vyučování – splněna, žáci již v sobě určité hodnoty měli a tímto tématem byly prohloubeny (alespoň dle odezvy ano).

- Zásada soustavnosti a posloupnosti – splněna, nové poznatky a opírali o předchozí znalosti.
- Zásada názornosti – splněna, ale v nejmenší možné míře.
- Zásada spojení teorie s praxí a zásada spojení školy se životem – zde nesplněna, ale v části navazujícího projektového vyučování ano.
- Zásada přiměřenosti – tato zásada nebyla splněna z důvodu velké neznalosti fyziologie člověka. Vysvětlením mi bylo, že žákům v tercii, ve chvíli, kdy měli probírat anatomii a fyziologie člověka, trvale chyběla jejich učitelka biologie a tak toto učivo neznali. To bylo také důvodem, proč se výklad trval déle, než bylo plánováno a následně se pak nestihly aktivity pro zopakování nového učiva.
- Zásada uvědomělosti osvojovaných vědomostí – splněna v rámci navazujícího projektového vyučování.
- Zásada trvalosti – zde nesplněna z důvodu časové tísně. Prohloubena v rámci navazujícího projektového vyučování.
- Zásada individuálního přístupu k žákům – splněna v rámci navazujícího projektového vyučování.
- Zásada individuálního přístupu k žákům – splněna v rámci navazujícího projektového vyučování.
- Zásada respektování mezipředmětových vztahů – splněna v celém plánovaném rozsahu.
- Zásada hygieny a bezpečnosti výuky – nebylo třeba dodržovat.

4.2 Projektová výuka „Nejen rostlinné alkaloidy“

Projektová výuka Nejen rostlinné alkaloidy byla vytvořena pro třídu kvarty nižšího stupně Gymnázia Karla Čapka, Dobříš. V tomto ročníku se dle tematických plánů v hodinách biologie problematika rostlinných alkaloidů neprobírá, avšak v tematickém plánu předmětu chemie jsou rostlinné alkaloidy zařazeny v úvodu školního roku za téma vitamínů. Tento tematický plán navazuje na oblast Přírodní látky v učebnici Chemie pro základní školy a víceletá gymnázia od nakladatelství Fraus (Škoda, Doulík, 2007). Je zde tedy možné uplatnit bohaté mezipředmětové vztahy mezi biologii a chemií.

Následující podkapitoly obsahují konkrétní údaje o struktuře a obsahu projektové výuky „Nejen rostlinné alkaloidy“ s ohledem na analýzu konkrétních výukových cílů, klíčových kompetencí a kritérií projektu.

4.2.1 Návrh projektu

Realizace tohoto projektu pro třídu kvarty byla převzata a upravena od Mgr. Gabriely Tiché (Tichá, 2013). Upravená verze projektu je dvoutýdenní a probíhá z části ve škole a z části v domácím prostředí. Hlavní činností studentů je spolupráce ve skupině, zpracování a vyhledávání teoretických informací. Výsledkem projektu jsou postery, které jsou pak následně prezentovány na studentské konferenci a vyvěšeny na školní chodbě u příležitosti dne otevřených dveří.

Koncept projektu shrnuje Tabulka 3.

Název	Nejen rostlinné alkaloidy.	
Třída	Kvarta, 29 žáků.	
Délka projektu	Dva týdny.	
Typ projektu	Podle navrhovatele	Uměle připravený.
	Podle délky	Střednědobý.
	Podle počtu zúčastněných	Společný (třídní).
	Podle organizace	Mezipředmětový (biologie – chemie), organizovány v rámci hodin chemie.
	Podle prostředí	Kombinace školní, mimoškolní.
	Podle informačních zdrojů	Kombinace volný a vázaný.

Tabulka 3. Koncept projektu „Nejen rostlinné alkaloidy.“

4.2.2 Výukové cíle projektu

Cíle projektu jsou stanoveny následovně (Vališová et al., 2011):

1. Konkretizace cíle

- Student charakterizuje danou skupinu rostlinných alkaloidů.
- Student rozlišuje pojmy intoxikace, návykovost, zneužívání, lékařské účely.

2. Konzistence cílů

- Student uvede použití rostlinných alkaloidů.
- Student si uvědomuje rizika s užíváním rostlinných alkaloidů.
- Student na základě získaných znalostí zhodnotí nebezpečnost a přínos rostlinných alkaloidů.

3. Cíl v jazyce žákova výkonu

- Student vyhledá potřebné informace.
- Student spolupracuje se spolužáky.
- Student diskutuje problematiku rostlinných alkaloidů.

4. Cíl z hlediska stránek osobnosti¹

a. Cíle kognitivní

- Student charakterizuje danou skupinu rostlinných alkaloidů.
- Student uvede způsoby užívání či aplikace rostlinných alkaloidů.
- Student vysvětlí, jak probíhá intoxikace danou skupinou.
- Student uvede možné použití v lékařství.

b. Cíle afektivní

- Student spolupracuje se spolužáky ve skupině dle harmonogramu.
- Student volí vhodné zdroje informací a dokáže si je ověřit.
- Student diskutuje nad problematikou rostlinných alkaloidů se svými spolužáky i s učitelem.
- Student prezentuje svoji práci a dokáže si ji obhájit.
- Student kriticky hodnotí svoji práci i práci ostatních.

c. Cíle psychomotorické

- Student efektivně vyhledává relevantní informace.
- Student vypracuje poster dle zadání.

5. Podmínky dosažení cíle – jedná se o souhrn okolností, za kterých bude dosaženo cíle.

Mezi tyto okolnosti řadíme:

- a. Rozsah výkonu – žáci popíší pouze vybranou skupinu látek.

¹ Dle Vališové et al. (2011) se Cíle z hlediska stránek osobnosti a Taxonomie cílů prolínají. Proto bližší taxonomie cílů je v této diplomové práci vynechána. Pozn. autorky.

- b. Vymezení způsobu řešení – vyhledání a zpracování informací na poster.
- c. Vymezení pomůcek – použití A1 posteru, ostatní pomůcky dle volby žáků.
- d. Vymezení prostředí – prostředím je školní třída.
- e. Vymezení vztahu k ostatním aktérům – žáci spolupracují ve skupinách.

6. Zvládnutí cíle – mezi ukazatele zvládnutí cíle patří tyto kritéria:

- Obsah + splnění zadání.
- Spolupráce při vytváření posterů a shánění informací.
- Prezentace úkolu.

4.2.3 Klíčové kompetence v projektu

Předpoklad získání klíčových kompetencí v rámci projektové výuky „Nejen rostlinné alkaloidy“ dle RVP ZV (2013):

Klíčové kompetence k učení zahrnuje samostatné vyhledávání informací, jejich kritickému hodnocení a porozumění. Žáci ze získaných informací umí posoudit důležitá fakta a vyvodit závěry, které samostatně formulují. Získaná data a informace dokážou vyhodnotit.

Kompetence k řešení problémů rozvíjí vhodný výběr zpracovávání informací a vyhledávání informací pomocí vhodně zvolených postupů.

Rozvíjení a prohlubování kompetencí komunikativních podporuje schopnost žáka vhodně formulovat otázky a odpovědi na zadané téma. Jejich kritické zhodnocení a uvážení správnosti použitých dat. Žák dokáže pracovat s různými druhy informačních zdrojů, textů a obrazových materiálů a svá tvrzení vhodně a přehledně zpracuje.

Kompetence sociální a personální žák rozvíjí pomocí skupinové práce. Dokáže spolupracovat se spolužáky i s učitelem, přispívá k diskuzi a zároveň respektuje názory ostatních.

Mezi kompetence pracovní řadíme vhodné zpracování projektového posteru a s tím spojené použití různých výtvarných a jiných technik.

4.2.4 Kritéria projektu

Motivace pro žáky

- Úvodní výklad rostlinných alkaloidů.
- Téma projektu.
- Vlastní zodpovědnost za projekt.
- Spolupráce se spolužáky.
- Výstava prací na dni otevřených dveří.

Mezipředmětové vztahy

- Biologie
- Chemie
- Výtvarná výchova
- Informační a komunikační technologie
- Český jazyk

Metody a formy výuky

- Výklad
- Práce s textem
- Práce s informačními zdroji
- Práce s informační technologií
- Prezentace žákovských prací
- Diskuze

Výstup

- Poster velikosti A1
- Prezentace prací na žákovské konferenci

Skupiny

Dle počtu žáků bylo vytvořeno 6 témat, tedy 6 žákovských skupin, tři skupiny po pěti žácích, dvě skupiny po 4 žácích a jedna skupina po šesti žácích. Každá skupina bude pracovat na zadané téma, výběr tématu pro každou skupinu bude probíhat náhodným rozdělením. Pro větší motivaci a jednoduchost byly zvoleny témata:

- Stimulanty
- Halucinogeny
- Opiáty

- „Legální alkaloidy“
- Alternativní medicína a alkaloidy
- Alkaloidy v potravinách

Hodnocení

- Obsah + splnění zadání
- Spolupráce při vytváření posterů a shánění informací
- Prezentace úkolu

4.2.5 Harmonogram projektu

1. Hodina

ČTVRTEK – v rámci hodiny chemie dle běžného rozvrhu

- Výklad na téma rostlinné alkaloidy.
- V závěru hodiny rozdělení do skupin, přidělení tématu, podání informací o způsobu plnění projektu

2. Hodina

PONDĚLÍ – v rámci hodiny chemie dle běžného rozvrhu

- Zpracovávání informací získaných domácí prací
- Vytvoření posteru

3. a 4. Hodina

ČTVRTEK – 1. hodina dle běžného rozvrhu + 2. hodina dle domluvy místo HUV

- Žákovská konference – prezentace svých prací

Po dobu zpracovávání projektu žáci pracující také samostatně při získávání informací ve svém volném čase.

4.2.6 Charakteristika referenční třídy

Projekt *Nejen rostlinné alkaloidy*, byl realizován na Gymnáziu Karla Čapka, Dobříš ve třídě kvarty, kam dochází 29 žáků, z toho 18 dívek a 11 chlapců. V této třídě od začátku školního roku 2015/2016 učím předmět chemie. V tomto předmětu je pro tento rok v tematických a učebních plánech zahrnuto učivo o drogách navazující na učivo rostlinných alkaloidů. Nebylo tedy nutné výrazně vybočovat z plánu či jinak měnit učební plány třídy. Projekt byl proveden na přelomu listopadu/prosince roku 2015.

Kolektiv třídy funguje bezproblémově, všichni žáci nastoupili společně už do primy a od té doby je z důvodu stěhování opustil pouze jeden žák. Pět žáků znám osobně ze skautského střediska Skalka a tři dívky jsou dokonce v dívčím oddíle, který aktivně vedu v Mníšku pod Brdy.

V hodinách tato třída patří mezi živější a komunikativnější. Při výkladu nového učiva jsou pozorní a při opakování a samostatných aktivitách úkoly plní z velké části pečlivě.

4.2.7 Průběh ověření projektu

Návrh na tento projekt vzešel z mé strany, tedy ze strany učitele, z důvodu rozšíření bakalářské práce Rostlinné alkaloidy a jejich účinky na lidský organismus (Větrovská, 2013) o její praktické využití ve výuce.

Z důvodu malé časové dotace byl projekt zkrácen tak, aby splňoval formu projektu a zároveň nebylo třeba měnit učební plány třídy. Z tohoto důvodu byl projekt také zařazen do výuky chemie. Přesto byl velký důraz kladen na mezipředmětové vztahy, zvláště s biologií.

Žáci byli od začátku připraveni na to, že budou vyhledávat informace a zpracovávat projekt především ve svém volném čase. Během zpracovávání projektu měli všichni žáci možnost konzultovat semnou jejich nápady, případně si přijít pro radu, čehož využila skupina s tématem Alternativní medicína a alkaloidy. Dále měli z mé strany emailovou podporu, která spíše sloužila pro zasílání materiálů k vytisknutí, protože ne všichni měli možnost si materiály vytisknout doma. Většinu materiálů jsme pak tiskli o přestávkách společně ve školní studovně.

1. den – čtvrtek

Dle běžného rozvrhu má třída kvarty 1. hodinu chemii. Na začátku hodiny jsem žáky upozornila, že v této hodině bude mnoho informací, a proto musíme vynechat opakování z předešlé hodiny. Poté jsem začala výklad na téma rostlinné alkaloidy, dle prezentace (*Elektronická příloha 1*). Výklad jsem připravila z předem zpracovaného materiálu, určený jako studijní materiál pro kvartu (*Příloha 1*) a doplnila jsem jej o několik dalších zajímavostí. Výklad je blíže zpracován v kapitole 3.1.1. Vyučovací hodina.

Vzhledem k nevhodnému časovému harmonogramu jsme bohužel nestihli opakování dle aktivit na snímcích 10, 11, viz kap. 3.1.1. Vyučovací hodina. Proto jsme rovnou přešli k plánování projektu, kde se žáci rozdělili do skupin dle svého uvážení a pomocí

zvolených témat jsem je motivovala k plnění. Motivací také byla velká samostatnost při zpracovávání, možnost kladného hodnocení a získání tak relevantní známky, i výstava hotových projektů na blížícím se dni otevřených dveří. Přidělení témat probíhalo z velké části vlastním výběrem, přičemž poslední skupina zprvu nebyla nadšena tématem, které na ně zůstalo. Přesto i oni si nakonec v tématu našli pro každého něco, co je zaujalo. Jako doprovodný materiál jsem žákům poskytla učební text Rostlinné alkaloidy (*Příloha 1*).

Při plánování projektu společně se žáky byla vzájemně dohodnuta forma zpracování, kritéria konečného hodnocení a bylo žákům sděleno, jaká jsou očekávání na následující hodinu.

2. den – pondělí

Dle běžného rozvrhu máme s kvartou v pondělí společnou 2. hodinu chemie. Na tuto hodinu si žáci měli přinést hotové materiály, připravené na vytvoření posterů. Základní materiál (podkladový papír velikosti A1, pastelky, fixy, lepidla) jsem jim poskytla z vlastních zdrojů.

Na této hodině bylo dobře pozorovatelné, jakým stylem se která skupina připravovala. Obecně lze říci, že dívčí skupiny jako celek byly připraveny lépe a že někteří jednotlivci přípravu zcela podcenili.

I přes skvělou připravenost některých skupin se za tuto hodinu nepodařilo dokončit ani jeden poster. Proto jsme se v závěru hodiny společně domluvili, že následující čtvrtek při slíbené dvouhodině se první hodinu budou všichni ještě naplno věnovat dodělávkám posterů a druhou hodinu bude probíhat prezentace a žákovská konference (viz Obr. 2, 3).



Obr. 2. Vypracovávání posterů skupiny opiátů.



Obr. 3. Vypracovávání posterů skupiny alkaloidů v alternativní medicíně.

3. den – čtvrtek

Dle předchozí domluvy jsme tento čtvrtek mohli věnovat projektu 1. a 2. hodinu, přičemž první hodinu všechny skupiny velice pečlivě dotvářeli své postery a připravovali se na jejich prezentaci. Pořadí pro prezentaci si žáci losovali.

Druhou hodinu už jsme věnovali žákovské konferenci, kdy každá skupina prezentovala své téma a seznámila spolužáky s typickými zástupci a jejich účinky. Pořadí skupin bylo losováno samotnými zástupci. Při přednesu každé skupiny se každý jejich člen podílel na sdělení nějaké podstatné informace. Nutno podotknout, že toto nebyla první žákovská konference této třídy a tak i přes zopakování pravidel prezentování, které v této třídě možná nebylo nutné, všechny skupiny měli svůj přednes zajímavý a atraktivní.

Po každé prezentaci vznikl prostor na zodpovězení otázek či dotazů týkajících se přímo i nepřímo tématu. Jeden z žáků se podílel i o osobní nepřímou zkušenost (viz Obr. 4, 5).

Bohužel na poslední skupinu nezbýval čas a tak bylo domluveno, že ještě v následující hodinu chemie v pondělí věnujeme čas i této prezentaci.



Obr. 4. Prezentace posteru skupiny halucinogenů.



Obr. 5. Prezentace posteru skupiny alkaloidů v alternativní medicíně.

4. den – pondělí

Opět v hodině chemie, která v pondělí připadá na 3. vyučovací hodinu nám poslední skupina, skupina, která prezentovala opiáty, představila jejich zpracovaný poster a prezentovala získané informace.

Následovala velká diskuze, kde byly zodpovězeny dotazy na téma zneužívání drog, způsoby léčby závislých osob, zda by se nikotin neměl řadit mezi zakázané alkaloidy, doping, pěstování chilli papriček, aj. Každý žák měl prostor vyjádřit svůj názor

Všechny postery jsme následně vyvěsili na chodbu před plánovaným dnem otevřených dveří, kde si jej mohli prohlédnout návštěvníci gymnázia, žáci ostatních tříd i učitelé (viz Obr.6, 7).



Obr. 6. Výstava posterů na chodbě školy 1.



Obr. 7. Výstava posterů na chodbě školy 2.

4.2.8 Hodnocení výstupů projektu

Po přednesení každé skupiny jsme krátce společně zhodnotili relevantnost sdělených informací, dodržení zadání tématu, formu přednesu i zpracování získaných dat na posteru. Posledních hodnotícím kritériem byla spolupráce skupiny, kterou jsem pozorovala po celou dobu projektu.

V následujícím přehledu je hodnocení krátce rozepsáno. U každé skupiny jsou zmíněna křestní jména autorů, tedy žáků kvarty:

- **Stimulanty** (Markéta, Klára, Klára, Šimon, Matěj)
 - Obsah + splnění zadání – poster i následná prezentace byly zpracovány dle zadání bez výhrad.
 - Spolupráce při vytváření posterů a shánění informací – skupina spolupracovala velmi dobře, ze začátku trochu zdrženlivěji, přesto poster dokončili včas.
 - Prezentace úkolu – skupina si předem mezi sebou rozdělila informace, které přednášeli. Každý člen skupiny při prezentaci řekl nějakou důležitou informaci.
- **Halucinogeny** (Pavlína, Lucie, Esther, Bára, Adéla)
 - Obsah + splnění zadání – informace získané z posteru této skupiny překračují rámec požadovaných znalostí. Zadání bylo splněno nad očekávání.
 - Spolupráce při vytváření posterů a shánění informací – děvčata hned od začátku pracovala velmi svědomitě. Sehnali velmi mnoho informací, které společně zpracovávali na poster. Tato skupina pracovala společně nejlépe ze všech skupin.
 - Prezentace úkolu – vzhledem k množství informací děvčata výrazně překročila doporučený čas na prezentaci. Každá z děvčat se věnovala užší skupině halucinogenů, takže na prezentaci se podílely všechny.
- **Opiáty** (Johana, Anežka, Magdalena, Sylva, Petra, Michaela)
 - Obsah + splnění zadání – zadání bylo zcela splněno.
 - Spolupráce při vytváření posterů a shánění informací – první hodinu na posteru pracovala pouze jedna z děvčat, nicméně druhou hodinu už spolupracovaly všechny dohromady moc pěkně.
 - Prezentace úkolu – děvčata mluvila všechna, každá k dílčímu úkolu. Výborně reagovala na dotazy.
- **„Legální alkaloidy“** (Štěpánka, Ester, Klára, Nicola)
 - Obsah + splnění zadání – zadání děvčata splnily, i když v menším rozsahu než jsem očekávala.

- Spolupráce při vytváření posterů a shánění informací – poster vytvářela pouze Ester, ale nevypadalo to, že by se ostatní děvčata nechtěla zapojit, ale spíše tak, že Ester je k tomu nechtěla pustit. Na získávání informací se podílely všechny.
- Prezentace úkolu – ve chvíli prezentace úkolu Ester chyběla, takže děvčata si nevěděla moc rady s tím, co Ester do té doby na posteru ztvárnila. Projev byl spíše průměrný, i když se v mluvení vystřídal všechny.
- **Alternativní medicína a alkaloidy** (Adam, Filip, Dan, Jakub, Jiří)
 - Obsah + splnění zadání – i přes osobní konzultace chlapci nedodrželi téma a sklouzli k obecným projevům konkrétních alkaloidů.
 - Spolupráce při vytváření posterů a shánění informací – zpočátku chlapci moc nespolupracovali, to se ale následující hodinu změnilo a nakonec vytvořili moc pěkný poster.
 - Prezentace úkolu – chlapci prezentovali své téma srozumitelně. Na prezentaci se podíleli všichni ze skupiny.
- **Alkaloidy v potravinách** (Prokop, Michal, Jakub, Marek)
 - Obsah + splnění zadání – chlapci splnili zadání bez výhrad.
 - Spolupráce při vytváření posterů a shánění informací – všichni se od začátku podíleli na vytváření posterů i shánění informací.
 - Prezentace úkolu – prezentace posteru byla jasná, srozumitelná a nechyběli ani zajímavosti, např. o Scovilleho stupnici pálivosti papriček.

Na závěr už jen proběhla krátká diskuze nad zhodnocením prezentací, kde jsem některým vysvětlila, kde měli nedostatky a také je pochválila za celkovou účast na projektu. Skupiny, které prezentovaly opiáty a alternativní medicínu a alkaloidy v celkovém hodnocení dostaly známku 2, ostatní skupiny jsem známkovala výbornou.

4.2.9 Diskuze k projektové výuce

Při zpracování dílčí části diplomové práce jsem realizovala projekt Nejen rostlinné alkaloidy na Gymnáziu Karla Čapka, Dobříš ve třídě kvarty v rámci osmiletého studia.

Z pohledu učitelky hodnotím projekt dobře, přesto by bylo vhodnější, kdybychom měli větší časovou dotaci, kde bychom zvládli vypracovat navrhované úkoly z prezentace

(viz kap. 6.1). Vyučovací hodina, lépe promyslet zpracování úkolu a déle také diskutovat. V případě větší časové dotace by se také daly zařadit komplexní výukové metody jako např. brainstorming v úvodu projektu nebo motivační video, v závěru pak nasimulovat skutečnou konferenci, kam bychom přizvali i další z učitelů. Určitě v tomto zrychleném projektu by se našlo ještě mnoho chyb.

V rámci tématu této diplomové práce jsem chtěla zkusit, jak by se problematika rostlinných alkaloidů dala začlenit do učiva tak, abychom dětem jen nevyjmenovávali zástupce a k nim říkali jejich výhody, nevýhody či jejich využití. Pro jednodušší uchopení této problematiky samotnými žáky byl projekt rozšířen i o drogovou problematiku. Chtěla jsem, aby si každý našel něco, co ho zajímá a o co se chce podělit se svými spolužáky. Proto také projekt žáci zpracovávali z velké části naprosto samostatně.

Cílem tedy nebylo vyzkoušet si připravit projektové vyučování, ale najít vhodnou metodu výuky rostlinných alkaloidů tak, aby žáci získali potřebu najít si některé informace samostatně a vytvořit si tak vlastní názor na některé sociálně – kulturní problémy s tím spojené. Z mého pohledu byly všechny předem stanovené cíle splněny.

4.3 Laboratorní cvičení

V tematických plánech Gymnázia Karla Čapka, Dobříš jsou laboratorní cvičení z biologie řazena do 1. ročníků a kvinty. Bohužel v těchto ročnících osobně nevyučuji a nebylo mi umožněno ověření laboratorních cvičení právě v těchto ročnících. Proto byla tato část diplomové práce navržena a následně ověřena v 2. ročníku vyššího gymnázia v hodinách laboratorních cvičení z chemie. Díky předchozímu studiu žáci už znají základní problematiku rostlinných alkaloidů a vzhledem k jednoznačným mezipředmětovým vztahům nebyl problém ověřit navrhované cvičení právě v hodinách cvičení z chemie. Díky předchozím laboratorním cvičením z chemie žáci již znali i jednoduché separační metody, které nyní prakticky využijí při připraveném laboratorním cvičení – izolace kofeinu z rostlinného materiálu a důkaz nikotinu v tabáku.

Následující podkapitoly obsahují konkrétní údaje o struktuře a obsahu laboratorního cvičení s ohledem na analýzu konkrétních výukových cílů a klíčových kompetencích.

4.3.1 Výukové cíle laboratorních cvičení

Cíle laboratorních cvičení jsou stanoveny následovně:

- Žák provede izolaci konkrétních alkaloidů.
- Žák použije vhodné metody pro provedení laboratorního cvičení.
- Žák bezpečně manipuluje s používanými chemikáliemi i laboratorními pomůckami.
- Žák na základě získaných znalostí zhodnotí nebezpečnost a rizika při provádění laboratorních cvičení.
- Žák pečlivě vede záznamy o průběhu laboratorního cvičení.
- Žák zhodnotí přínos laboratorních cvičení.

Podmínky dosažení cíle – jedná se o souhrn okolností, za kterých bude dosaženo cíle. Mezi tyto okolnosti řadíme:

- Rozsah výkonu – žák provede izolaci konkrétního rostlinného alkaloidu z rostlinného materiálu.
- Vymezení způsobu řešení – žák provede pečlivou domácí přípravu na základě poskytnutých zdrojů informací.
- Vymezení pomůcek – žák použije pracovní pomůcky sepsané v návodu laboratorního cvičení.
- Vymezení prostředí – prostředím pro laboratorní cvičení je laboratoř chemie.
- Vymezení vztahu k ostatním aktérům – žáci spolupracují ve dvojicích.

Zvládnutí cíle – mezi ukazatele zvládnutí cíle patří tyto kritéria:

- Úroveň domácí přípravy.
- Dodržení pracovního postupu.
- Dodržení základních bezpečnostních pravidel.
- Bezpečná manipulace s chemikáliemi i laboratorním náčiním.
- Izolace produktu.

4.3.2 Klíčové kompetence při laboratorním cvičení

Předpokládané klíčové kompetence získané při laboratorním cvičení dle RVP G (2007):

Kompetence k učení se při laboratorním cvičení projeví schopností žáka zorganizovat si práci a zhodnocení provedeného laboratorního pokusu.

Kompetenci k řešení problémů rozvíjí žák vhodným výběrem laboratorní metody a zhodnocením bezpečnostních rizik.

Kompetence komunikativní zahrnují porozumění odborným termínům, názvům chemického nádobí a chemických sloučenin. Žák dokáže formulovat odpověď na výsledek laboratorního cvičení.

Při provádění laboratorního cvičení lze dobře rozvíjet kompetence sociální a personální. Žák je nucen věnovat pozornost úvodní prezentaci cvičení, spolupracovat se spolužákem a diskutovat s ním postupy.

Kompetence k podnikavosti vede žáky k tomu usilovat o zdárné splnění úkolu a dosažení předem stanoveného cíle laboratorního cvičení.

4.3.3 Návrh laboratorního cvičení

Návrhy na laboratorní cvičení byly zpracovány tak, aby odpovídaly schopnostem žáků 2. ročníku a sexty a zároveň umožnily setkat se s typickými zástupci rostlinných alkaloidů - kofeinem a nikotinem. Návodů jsou součástí *Přílohy 2 a Přílohy 5*.

Návod na laboratorní cvičení „Izolace kofeinu z rostlinného materiálu“ byl vytvořen a zpracován dle publikace *Introduction to organic laboratory techniques*, Pavia (2005) a upraven dle vzoru p. Ing. Hořčice, který obdobný laboratorní návod vytvořil v rámci Projektu ESF (Laboratorium přírodních věd, 2015). CZ.1.07/1.1.38/02.0027. Návod na laboratorní cvičení „Důkaz nikotinu v tabáku“ byl vytvořen dle předlohy z publikace *Cvičení z chemie*, Beneš et al. (1986).

Každý návod na laboratorní cvičení je zároveň jeho protokolem. Proto v úvodu návodu je hlavička, která obsahuje téma laboratorního cvičení, zadaný úkol a informace o žákovi. Každý žák vypracuje svůj vlastní protokol i v případě, že pracují ve dvojicích. Následuje krátký souhrn, který zahrnuje shrnutí celého laboratorního cvičení a stručný popis zkoumané látky. V návodu je také zahrnut popis jednotlivých separačních metod a jejich použití. Zpracování protokolu začíná vymezením úkolu a domácí přípravou, kterou je nutné zpracovat před

zahájením laboratorních prací. Vzhledem k domácí přípravě jsou žáci nuceni si učivo zopakovat a náležitě se připravit. Řešení domácí přípravy je nutné sdělit před zahájením samotné práce, vzhledem k tomu, že na řešení navazují další kroky ve cvičení. Domácí příprava není tedy součástí hodnocení odevzdaného protokolu, je pouze orientační úlohou, jak se žáci na cvičení připravili.

Dále jsou v návodu uvedeny pomůcky a chemikálie potřebné k provedení cvičení. Chemikálie jsou doplněny o H a P věty značící nebezpečnost látek a správné zacházení s nimi. Důvodem nového značení chemikálií (dříve R, S věty) je snaha zavedení celosvětového systému označování chemických látek GHS. Zkratkou je GHS označován Globálně harmonizovaný systém klasifikace a označování chemikálií Organizace spojených národů pro identifikaci nebezpečných chemikálií a pro informování uživatelů o těchto nebezpečích prostřednictvím symbolů a vět na štítcích obalů a prostřednictvím bezpečnostních listů (Horák, 2013). Rok 2016 je posledním přechodným rokem, kdy se může používat staré (R, S – věty) a nové (H, P – věty) označení souběžně. Standardní věty o nebezpečnosti a pokyny pro bezpečné zacházení podle nařízení GHS jsou součástí *Elektronické přílohy 2*.

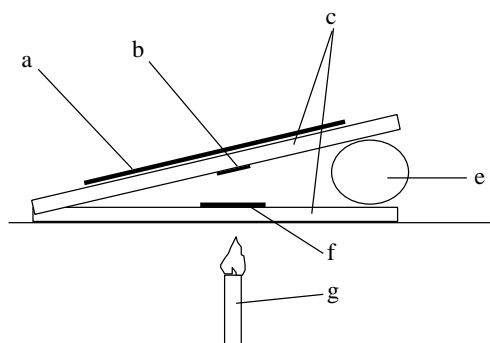
Postup práce je psán obsáhle, abychom se vyvarovali případných nejasností. Následují nákresy a popis aparatur použitých při laboratorním cvičení. Nákres je zhotoven obyčejnou tužkou. V případě laboratorního cvičení „Důkaz nikotinu v tabáku“ žák následně zapíše své pozorování v závěru a doplní závěrečné shrnutí, které je důležité především pro zpětnou vazbu. Laboratorní cvičení „Izolace kofeinu z rostlinného materiálu“ je doplněno o výpočet procentuálního zastoupení kofeinu v použitém rostlinném materiálu. Závěrem jsou položeny čtyři otázky hodnotící celkový dojem žáků z laboratorních cvičení. Nakonec je zmíněn zdroj informací použitých při tvorbě návodů a seznam obrázků.

Alternativy k laboratorním cvičením

Laboratorní cvičení „Izolace kofeinu z rostlinného materiálu“ a „Důkaz nikotinu v tabáku“ jsou tvořeny pro plně funkční chemické laboratoře. Pokud z důvodu materiálního nebo časového nelze ověřit zmiňované laboratorní cvičení, lze nalézt i jednodušší formy izolace příslušných alkaloidů. Pro názornost je níže uvedena sublimace kofeinu z kávy nebo čaje dle Beneše et al. (1986).

• Izolace alkaloidu z kávy a čaje

- Souhrn: Ze zrnka kávy či sypaného čaje žáci sublimací izolují kofein.
- Chemikálie a materiál: Zrnko kávy nebo sypaný čaj (0,5 g), třecí miska s tloučkem, 2 podložní mikroskopická skla, skleněná tyčinka, stojan s varným kruhem, lihový kahan, filtrační papír, strička se studenou vodou, mikroskop.
- Postup: Sestavte aparaturu dle Obr.: 8. Jemně rozetřené zrnko kávy nebo sypaného čaje (0,5 g) umístěte na spodní mikroskopické sklíčko a látku na sklíčku zahřívejte opatrně a pozvolna lihovým kahanem. Látku nesmíte spálit! Zahřívání ukončete, když je na horním sklíčku patrný vznik krystalů oddělených sublimací. Krystaly pozorujte pod mikroskopem a krystaly zakreslete.



Obr. 8. Mikroaparatura pro sublimaci

a – filtrační papír navlhčený studenou vodou, **b** – oddělený alkaloid, **c** – dvě mikroskopická podložní sklíčka, **d** – rozetřený čaj nebo káva, **e** – skleněná tyčinka, **f** – lihový kahan.

Zákon č. 267/2015 Sb.

Vzhledem ke změnám zákona č. 258/2000 Sb., nový zákon č. 267/2015 Sb. o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a další související zákony s účinností od 1. 1. 2016, je nutné zmínit dopady i na provedení těchto laboratorních cvičení. Dle tohoto zákona žáci mladší 18 let nesmí manipulovat s nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými přípravky klasifikovanými jako toxické nebo žíravé či jako vysoce toxické. V případě cvičení Důkaz nikotinu v tabáku, se předpokládá manipulace s vodným roztokem nikotin, který je charakterizován jako vysoce toxický. V případě cvičení Izolace kofeinu z rostlinného materiálu se zde pracuje s 5 % roztokem octanu olovnatého, jehož koncentrovaná forma je charakterizována jako toxická

a nebezpečná pro životní prostředí. Samotný kofein a chloroform jsou látky zdraví škodlivé (Sbírka zákonů ČR, 2015; H, P věty, Elektronická příloha 2).

V lednu 2016 Ministerstvo školství tělovýchovy a mládeže předložilo návrh nařízení vlády, které zachová praktické vyučování na středních školách. Reaguje tak na přijetí zákona č. 267/2015 Sb. a znemožnění tím vykonávat praktická cvičení žákům mladším 18 let. V důsledku toho následně nejsou školy schopny plnit rámcové vzdělávací programy. Návrh je doplněn o §12a:

§12a

Mladiství žáci smějí nakládat s nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými směsmi klasifikovanými jako toxické nebo žíravé jen v rámci přípravy na povolání a pod přímým dohledem odpovědné osoby. S chemickými látkami nebo chemickými směsmi klasifikovanými jako vysoce toxické mohou nakládat jen v rámci přípravy na povolání a pod přímým dozorem osoby s odbornou způsobilostí podle jiného právního předpisu 24). Omezení nebo zákazy stanovené v jiných právních předpisech týkající se nakládání s látkami nebo směsmi uvedenými ve větě první se nepoužijí (Úřad vlády ČR, 2016).

Vliv zákona č. 267/2015 Sb. na vedení Gymnázia Karla Čapka, Dobříš

Vedení Gymnázia Karla Čapka, Dobříš mi dalo svolení vyzkoušet předložený návrh laboratorního cvičení „Izolace kofeinu z rostlinného materiálu“ v hodinách praktického laboratorního cvičení z chemie, avšak s výrazným důrazem na upozornění, jak správně manipulovat s nebezpečnými látkami. Navrhované laboratorní cvičení „Důkaz nikotinu v tabáku“ nebylo z důvodu možné manipulace s vodným roztokem nikotinu žáky ověřováno.

4.3.4 Vlastní ověřování laboratorních cvičení

Vzhledem k možným bezpečnostním i teoretickým a praktickým rizikům, která by mohla během laboratorního cvičení nastat, bylo nejprve nutné navrhované laboratorní cvičení ověřit bez spoluúčasti žáků.

Laboratorní cvičení – Izolace kofeinu z rostlinného materiálu.

Ověřování probíhalo dle navrhovaného návodu v laboratoři chemie na Gymnáziu Karla Čapka, Dobříš. Ověřování jsem prováděla samostatně a byla měřena celková časová náročnost úlohy: 120 minut celkového času.

V průběhu testování byla pořizována fotografická dokumentace a byly zjištěny tyto problémy:

1. V závěru cvičení měl být zbytek chloroformu ze směsi s kofeinem odpařen v digestoři na pískové lázni. Vybavení laboratoře neodpovídalo tomu, abych mohla sestavit pískovou lázeň, proto byla písková lázeň nahrazena odpařením v odpařovací misce nad lihovým kahanem v digestoři.
2. V laboratorním návodu mají žáci z izolovaného kofeinu vypočítat jeho procentuální zastoupení ve vzorku pomocí hmotnostního zlomku. Bohužel izolované množství kofeinu při vlastním ověřování bylo neměřitelné na běžných vahách, které jsou v laboratoři k dispozici (měřeno na 0,1g). V případě použití analytických laboratorních vah je ovšem možné výpočet provést.
3. Krystaly kofeinu se nepodařilo získat ve 100 % čistotě viz fotodokumentace.

Na základě těchto zjištění byly laboratorní návody pro toto cvičení upraveny a byla vydána metodika laboratorních cvičení pro učitele (*Příloha 4*).

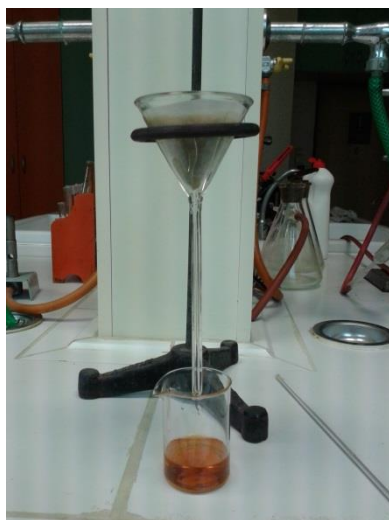
• Fotodokumentace:



Obr. 9. Drcená kávová zrna.



Obr. 10. Extrahování kofeinu do horké vody.



Obr. 11. Filtrace vodného roztoku.



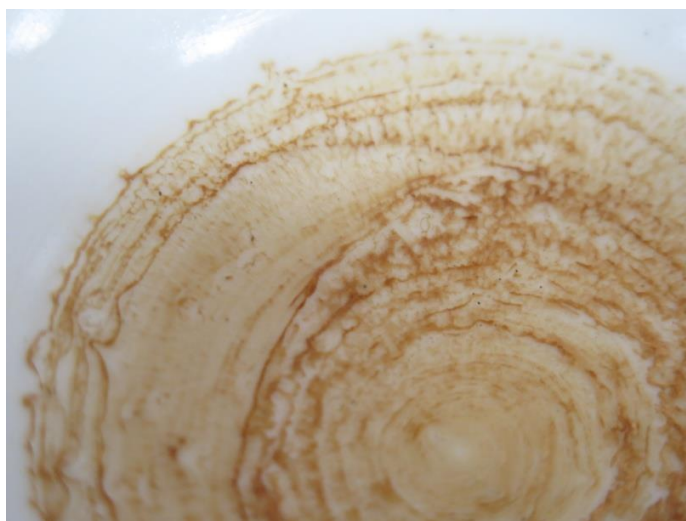
Obr. 12. Odpařování filtrátu.



Obr. 13. Extrahování kofeinu do chloroformu.



Obr. 14. Destilace chloroformu.



Obr. 15. Izolovaný kofein.

Laboratorní cvičení – Důkaz nikotinu v tabáku.

Ověřování probíhalo dle navrhovaného návodu v laboratoři chemie na Gymnáziu Karla Čapka, Dobříš. Ověřování jsem prováděla samostatně a byla měřena celková časová náročnost úlohy: 40 minut celkového času.

V průběhu testování byla pořizována fotografická dokumentace a byly zjištěny tyto poznatky:

1. 3 g tabáku odpovídají přibližně šesti cigaretám, proto je výhodnější použít nebalený tabák.
2. Tabák se při destilaci může uchytit na stěnách baňky, spálit se a znehodnotit tak celkový výsledek. Zahřívání musí probíhat opatrně.
3. Vodný roztok s nikotinem se destiluje při teplotě 110 °C a pro důkaz nikotinu je vhodnější oddestilovat alespoň 8 ml destilátu.
4. Vodný roztok nikotinu je bezbarvá kapalina, která s Lugolovým roztokem reaguje vznikem hnědého zákalu. Tento zákal opět časem mizí

Na základě těchto zjištění byly laboratorní návody pro toto cvičení upraveny a byla vydána metodika laboratorních cvičení pro učitele (*Příloha 6*).

• Fotodokumentace



Obr. 16. Rozmělněný tabák.



Obr. 17. Destilace vodného roztoku nikotinu.



Obr. 18. Důkaz nikotinu Lugolovým roztokem.

4.3.5 Charakteristika referenční třídy

Jak již bylo zmíněno výše, laboratorní cvičení bylo připraveno pro žáky 2. ročníku čtyřletého cyklu Gymnázia Karla Čapka, Dobříš. Tento ročník absolvuje 20 žáků, z toho 11 dívek a 9 chlapců a od září 2015 v tomto ročníku osobně vyučují předmět chemie. V tematických plánech chemie 2. ročníku se téma rostlinných alkaloidů neobjevuje, avšak je zde prostor pro laboratorní cvičení, protože každý týden skupina o 10 žácích absolvuje dvouhodinové cvičení z chemie. V tomto cvičení nebylo nutné nějak výrazně vybočit

z probíraného tématu, protože cvičení z chemie je na této škole zaměřeno především na získání praktických dovedností při laboratorní technice.

Kolektiv třídy funguje bezproblémově, všichni žáci nastoupili společně v roce 2014 do 1. ročníku a od té doby je z důvodu stěhování opustil pouze jeden žák. Žáci jsou zvědaví a velice komunikativní. V hodinách tato třída patří mezi klidnější, avšak komunikativnější a výborně spolupracující.

4.3.6 Průběh ověřování laboratorních cvičení žáky

Jak již bylo zmíněno výše, žáci 2. ročníku ověřovali pouze navrhované laboratorní cvičení „Izolace kofeinu z rostlinného materiálu“. Základní údaje shrnuje Tabulka 4.

Název	Izolace kofeinu z rostlinného materiálu.
Třída	2. ročník, 20 žáků (ve skupinách po 10 žácích).
Celková délka cvičení	150 minut.
Datum provedení	2.3.2016 a 16.3.2016.

Tabulka 4. Ověřování laboratorního cvičení „Izolace kofeinu z rostlinného materiálu.“

Při ověřování předloženého laboratorního cvičení měli žáci možnost prakticky prohloubit své doposud získané schopnosti a dovednosti v rámci laboratorní techniky. Tato úloha obsahovala většinu laboratorních technik, které studenti do této doby prakticky poznali a mohli tak všechny metody oddělování složek a směsí použít při jednom laboratorním cvičení. V rámci ověřování a časové náročnosti bylo nutné spojit dva dvouhodinové bloky cvičení z chemie.

Všichni žáci byli na cvičení řádně připraveni (potřebný materiál i domácí přípravu donesli). V úvodu si žáci zkontrolovali vybavení svých laboratorních stolů a rovnou si připravovali laboratorní nádobí a náčiní, které měli sepsány v návodech. V případě chybějícího laboratorního nádobí jsem předem měla připravené náhradní. Při této činnosti jsme si společně opakovali průběh laboratorního cvičení, a jakým způsobem budou žáci cvičení provádět vše tak, abychom předešli případným pozdějším nejasnostem.

Většinu použitých metod a aparatur žáci již znali z předchozích laboratorních cvičení, avšak u destilačních aparatur jsem raději všem asistovala a než destilaci spustili, musela projít kontrolou.

4.3.7 Zhodnocení laboratorního cvičení

Většina žáků dosáhla požadovaného výsledku, avšak jedna dvojice dívek si svůj produkt při konečné destilaci vylila a jedna dvojice chlapců si v konečné fázi odpařování chloroformu na odpařovací misce spálila. Většina získaných krystalů byla v takovém množství, že žáci

nebyli schopni toto množství na běžných laboratorních vahách s přesností na 0,1 g adekvátně zvážit a provést výpočet.

V závěru laboratorního protokolu žáci zodpověděli 4 otázky. Odpovědi žáků shrnují body níže. Součástí diplomové práce je také ukázka jednoho vypracovaného protokolu (*Příloha 3*). Zbylé protokoly jsou k nahlédnutí u autorky diplomové práce.

1. Ohodnoťte Váš celkový dojem z laboratorního cvičení od 1 - 5 jako ve škole. (1 - mám z toho dobrý pocit, cvičení se mi líbilo; 5 - cvičení bylo k ničemu, nebavilo mě to).

16 žáků označilo laboratorní cvičení známkou 1, 3 žáci známkou 2 a jeden žák známkou 3 (graf 1).



Obr. 19. Celkové hodnocení laboratorního cvičení žáky.

2. Zdůvodněte své hodnocení v předchozí otázce.

Všem 16 žákům, kteří hodnotili v předešlé otázce známkou 1, se laboratorní cvičení zdálo zábavné a zároveň poučné. Jeden žák přímo napsal: „Nečekal jsem, že bych někdy dokázal získat kofein z kávy.“ Žáci hodnotící v předešlé otázce známkou 2 považovali laboratorní cvičení za „zbytečně dlouhé“ a žák hodnotící známkou 3 neviděl v laboratorním cvičení žádný osobní přínos.

3. Měli jste z nějaké části úlohy obavy? Pokud ano, tak ze které?

Deset žáků nemělo žádné obavy. Čtyři žákyně měly obavy z toho, že během cvičení něco opomenou nebo zkazí. Nakonec dvě z těchto žákyní si v závěru svůj produkt vylila. Další 4 žáci měli obavy z rozbití laboratorního náčiní a dvě žákyně se obávaly destilace.

4. Pokud byste měli porovnat tuto formu výuky a teoretickou vyučovací hodinu. Jaké jsou klady a zápory obou forem?

Nejčastější zhodnocení pozitiv a negativ vyučovací hodiny a laboratorního cvičení dle žáků shrnuje Tabulka 5.

Vyučovací hodina		Laboratorní cvičení	
pozitiva	negativa	pozitiva	negativa
Jasnost	Pouze teoretická příprava	Praktické využití	Nezdařený pokus
Přehlednost	Nesrozumitelnost	Zábavná a zajímavá forma výuky	Časově náročné
Soustředěnost na jednu věc	Nudná forma výuky	Okamžité pozorování reakcí	
		Tvůrčí činnost	
		Komunikace a spolupráce s přáteli	
		Teorie v praxi	

Tabulka 5. Porovnání výuky ve vyučovací hodině a laboratorním cvičení dle žáků.

- Fotodokumentace laboratorního cvičení – viz obr. 21-24



Obr. 20. Přidávání octanu olovnatého do roztoku drcených kávových zrn.



Obr. 21. Oddělování kapalných fází extrakcí.



Obr. 22. Destilace chloroformu, skupina A.



Obr. 23. Destilace chloroformu, skupina B.



Obr. 24. Odpařování zbývající chloroformu v digestoři.

4.3.8 Diskuze k laboratornímu cvičení

Při zpracování dílčí části diplomové práce jsem realizovala laboratorní cvičení „Izolace kofeinu z rostlinného materiálu“ na Gymnáziu Karla Čapka, Dobříš ve 2. ročníku v rámci čtyřletého studia. Laboratorní cvičení bylo připraveno jako komplexní výuková metoda, která měla žáky prověřit v jejich doposud získaných znalostech a dovednostech především v oblasti laboratorní techniky a manipulací s přírodním materiálem a chemikáliemi.

Z pohledu učitelky hodnotím laboratorní cvičení kladně, přičemž jako velké negativum se mi jeví časová náročnost tohoto cvičení. Nicméně se jedná o prověření většiny separačních metod, které studenti do této doby využívali, avšak do této doby vždy pouze jako dílčí úlohu. Toto laboratorní cvičení všechny tyto separační metody spojilo v jeden komplexní pokus. Jako další zápor vnímám malé množství získaného kofeinu, avšak při vhodném laboratorním vybavení by krystaly kofeinu zvažitelné byly.

5. Diskuze

Při zpracování diplomové práce jsem navrhla a zrealizovala vyučovací hodinu, projekt a laboratorní cvičení na téma rostlinné alkaloidy na Gymnáziu Karla Čapka, Dobříš s žáky kvarty a s žáky 2. ročníku.

V posledních letech je snaha přesunout vyučovací aktivitu z učitele na žáky a to tak, aby učitel byl jen jakýmsi průvodcem a žáci převzali iniciativu k vlastnímu vzdělávání. Proto byly návrhy na jednotlivé ověřené výukové metody tvořeny tímto stylem.

Při vyučovací hodině byl žákům poskytnut autorský materiál (*Příloha 1*) a žáci tak mohli posuzovat a ověřovat sdělené informace přímo při hodině. Ne všechny aktivity v navrhované vyučovací hodině se z důvodu časové tísně stihli, proto bych doporučila výklad tohoto učiva rozdělit na dvě vyučovací hodiny v rozsahu 45 minut. I přes veškerou snahu přesunout značnou část aktivity na žáky zde vznikl prostor pro monologický výklad, kdy se žáci stali pasivními posluchači. Tuto skutečnost v běžných školách zatím bohužel změnit nelze, např. z důvodu nízké hodinové dotace přírodovědných předmětů. Nicméně žáci tuto vyučovací hodinu hodnotili velmi kladně. Dle jejich slov se jednalo o zajímavé téma a kladně také hodnotili snahu zapojit je do většiny aktivit ve vyučovací hodině.

Projektová výuka „Nejen rostlinné alkaloidy“ probíhala opět s třídou kvarty a prakticky navazovala na vyučovací hodinu, která byla vlastním úvodem do projektu. Z části byl návrh projektu inspirován diplomovou prací „Návykové látky – projekt pro 2. stupeň ZŠ“ Gabriely Tiché (2013) a pro komplexnost byly mezi rostlinné alkaloidy zařazeny i látky syntetického původu, jako např. heroin v opiátech, nebo alkaloidy jiného než rostlinného původu, např. psilocybin v lysohlávkách. Vzhledem k nízké časové dotaci jsem byla nucena projekt omezit na 5 vyučovacích hodin, z toho jedna dvouhodinová, díky čemuž žáci mohli uskutečnit třídní konferenci. Pozitivně hodnotím samostatnost a spolupráci žáků při zpracovávání projektu, u některých bych vyzdvihla výtvarný a řečnický projev. Díky velkým diskuzím při zpracovávání projektu jsem získala dobrý přehled o jednotlivých osobních názorech a přesvědčeních různých žáků na toto kontroverzní téma. Z pozice žáků byl projekt hodnocen kladně. Někteří projevíli zájem o větší množství informací, než jsme si stihli během konference sdělit. Žáci také uvítali možnost podílet se na vlastním hodnocení a na hodnocení spolužáků a prezentaci projektu na dni otevřených dveří. Několik žáků negativně ohodnotilo

množství času, který museli věnovat zpracování projektu mimo školu a nedostupnost některých materiálů (především internetových) dětem do 18 let.

Laboratorní cvičení „Izolace kofeinu z rostlinného materiálu“ jsem ověřovala ve 2. ročníku čtyřletého cyklu Gymnázia Karla Čapka, Dobříš v hodinách praktik z chemie díky čemuž jsme měli dostatečný časový prostor a materiální zajištění v chemických laboratořích. Při tomto laboratorním cvičení žáci měli za úkol po sobě jdoucími separačními metodami izolovat kofein ze vzorku kávových zrn, což navazuje jak na již získané znalosti o kofeinu, tak na praktické dovednosti s laboratorní technikou. Za pozitivní faktor považují domácí přípravu žáků na laboratorní cvičení a spolupráci při provádění cvičení, ať už se jednalo o vzájemnou spolupráci ve dvojici nebo interakci se mnou jako s učitelkou. Žáci měli možnost si tak prakticky ověřit doposud získané znalosti a dovednosti při jednom dlouhém a pro někoho i náročném laboratorním cvičení. Záporně pak hodnotím výraznou časovou náročnost. Pro provedení jednoho cvičení jsme byli nuceni přesunout hodiny z následujících praktik, což vyžadovalo zbytečnou administrativu navíc. Získané množství izolovaného kofeinu také nakonec neodpovídalo očekávání. Také je dobré předem zajistit laboratorní váhy alespoň s přesností na 0,01 g, aby bylo možné provést výpočet v závěru cvičení. Ze stran žáků bylo laboratorní cvičení hodnoceno obecně výborně. Ověření laboratorního cvičení „Důkaz nikotinu v tabáku“ nebylo z důvodu vydání nového zákona č. 267/2015 Sb. školou umožněno v obavách s manipulací s vodným roztokem nikotinu.

Z reakcí žáků na jednotlivé ověřované metody mohu soudit, že do praktických výukových metod, konkrétně projektové výuky a laboratorního cvičení se zapojilo více žáků s větším nadšením, což hodnotí také Tabulka 5: „*Porovnání výuky ve vyučovací hodině a laboratorním cvičení dle žáků.*“ Také Gabriela Tichá (2013) a Barbora Hlávková (2007) při ověřování projektového vyučování ve výuce biologie a přírodovědných předmětů hodnotí projektové vyučování jako přínosné a příjemné oživení běžné výuky. Ve chvíli, kdy se žáci podílí na přípravě, vývoji i hodnocení vyučování, jsou mnohem aktivnější a lépe spolupracují než při běžné vyučovací hodině. Pravděpodobně je to dáno vhodnou motivací a aktivním přístupem k získávání informací než jen pasivním nasloucháním.

6. Závěr

Cílem diplomové práce bylo najít vhodné vyučovací metody pro začlenění učiva rostlinných alkaloidů do tematického okruhu Biologie rostlin na víceletých gymnáziích nebo odpovídajících ročnících základních a středních škol. Byly vybrány tři formy výuky: vyučovací hodina, projektové vyučování a laboratorní cvičení, které byly následně prakticky ověřeny na Gymnáziu Karla Čapka, Dobříš. Vzhledem k výrazným mezipředmětovým vztahům a osobním možnostem ověřování probíhalo v hodinách chemie, což ale neznamená, že při vhodném zařazení v tematickém plánu nelze navrhované metody použít v hodinách biologie. V některých dílčích částech (např. při ověřování laboratorního cvičení) bylo naopak výhodné ověřovat metodu při hodinách praktik z chemie díky materiálnímu a časovému prostoru. Jednotlivé metody jsem mezi sebou porovnávala, z hlediska přínosu pro žáky i pro učitele viz kap. 7. Diskuze. Obecně lze říci, že běžná vyučovací hodina je na přípravu i provedení méně časově náročná, avšak z hlediska přínosu pro žáky méně vhodná. Naopak praktická výuka, konkrétně projektová výuka a laboratorní cvičení, je sice na přípravu i provedení časově náročnější, avšak žáci k ní přistupovali aktivněji a zodpovědněji. Pro každou dílčí část jsem připravila výukové materiály viz přílohy a elektronické přílohy vhodné k okamžitému použití dalšími vyučujícími.

6.1 Seznam obrázků

Obr. 1.	Systém kurikulárních dokumentů	15
Obr. 2.	Vypracovávání posterů skupiny opiátů.	42
Obr. 3.	Vypracovávání posterů skupiny alkaloidů v alternativní medicíně.	42
Obr. 4.	Prezentace posteru skupiny halucinogenů.	43
Obr. 5.	Prezentace posteru skupiny alkaloidů v alternativní medicíně.	44
Obr. 6.	Výstava posterů na chodbě školy 1.	45
Obr. 7.	Výstava posterů na chodbě školy 2.	45
Obr. 8.	Mikroaparatura pro sublimaci	52
Obr. 9.	Drcená kávová zrna.	54
Obr. 10.	Extrahování kofeinu do horké vody.	55
Obr. 11.	Filtrace vodného roztoku.	55
Obr. 12.	Odpařování filtrátu.	55
Obr. 13.	Extrahování kofeinu do chloroformu.	56
Obr. 14.	Destilace chloroformu.	56
Obr. 15.	Izolovaný kofein.	56
Obr. 16.	Rozmělněný tabák.	57
Obr. 17.	Destilace vodného roztoku nikotinu.	58
Obr. 18.	Důkaz nikotinu Lugolovým roztokem.	58
Obr. 19.	Celkové hodnocení laboratorního cvičení žáky.	61
Obr. 20.	Přidávání octanu olovnatého do roztoku drcených kávových zrn.	63
Obr. 21.	Oddělování kapalných fází extrakcí.	63
Obr. 22.	Destilace chloroformu, skupina A.	63
Obr. 23.	Destilace chloroformu, skupina B.	64
Obr. 24.	Odpařování zbývajících chloroformu v digestoři.	64

6.2 Seznam tabulek

Tabulka 1.	Počet žáků účastnících se ověřování dílčích metod.....	27
Tabulka 2.	Příprava na vyučovací hodinu „Rostlinné alkaloidy.“	29
Tabulka 3.	Koncept projektu „Nejen rostlinné alkaloidy.“	35
Tabulka 4.	Ověřování laboratorního cvičení „Izolace kofeinu z rostlinného materiálu.“ ..	60
Tabulka 5.	Porovnání výuky ve vyučovací hodině a laboratorním cvičení dle žáků.....	62

6.3 Seznam zkratk

AK	aminokyselina
CNS	centrální nervová soustava
ČR	Česká republika
GHS	Globálně harmonizovaný systém klasifikace a označování chemikálií
HCl	kyselina chlorovodíková
NVP	Národní program vzdělávání
RVP	Rámcový vzdělávací program
RVP G	Rámcový vzdělávací program pro gymnázia
RVP ZV	Rámcový vzdělávací program pro základní školy
ŠVP	Školní vzdělávací program

7. Literatura

ALTMANN, Antonín. (1975): *Metody a zásady ve výuce biologie*, SPN, Praha, 288s.

ALTMANN, Antonín., HORNÍK, František. *Vybrané kapitoly z didaktiky biologie / Díl 3.* 1.vyd. Praha: SPN, 1988.

BALÍKOVÁ, Marie. *Forenzní a klinická toxikologie: laboratorní toxikologická vyšetření.* Praha: Galén, c2004, 140 s. ISBN 978-807-2622-849.

BENEŠ, Pavel, Jan ČIPERA, Karel HOLADA, Jiří POSPÍŠIL a Andrej VELIKANIČ. *Cvičení z chemie: Pro III. ročník gymnázií.* 1. Praha: SPN, 1986.

BOBBITT, Franklin. *The Curriculum* [online]. Houghton Mifflin Company, 1918 [cit. 2016-03-05]. Dostupné z: <https://archive.org/details/curriculum008619mbp>

ČESKÁ REPUBLIKA. *Sbírka zákonů ČR.* In: 2015, ročník 2015, částka 108.

DAVIDOVÁ, Lenka, Ilona MAXNEROVÁ, Silvie HANDSCHUHOVÁ a Jiří PATOČKA. Atropin a jeho místo v současné medicíně. *Kontakt: Scientific Acta Faculty of Social and Health Studies : vědecký časopis Zdravotně sociální fakulty Jihočeské univerzity* [online]. 2005, 3-4, s. 349-352 [cit. 2012-11-10]. ISSN 1212-4117. Dostupné z: <http://casopis-zsfju.zsf.jcu.cz/kontakt/clanky/3-4~2005/321-atropin-a-jeho-misto-v-soucasne-medicine>.

EVANS, William Charles. *Trease and Evans Pharmacognosy: Alkaloids* [online]. 16. vyd. printed in China: Elsevier, 2009, s. 353-415 [cit. 2012-10-20]. ISBN 978-0-7020-2933-2.

FUNAYAMA, Shinji a Geoffrey A CORDELL. *Alkaloids: a treasury of poisons and medicines.* 1. Boston: Elsevier, 2015, x, 284 pages. ISBN 978-012-4173-026.

HAMPL, František, Stanislav RÁDL a Jaroslav PALEČEK. *Farmakochemie* [online]. 2. rozš. vyd. Praha: VŠCHT, 2007, 450 s. [cit. 2013-01-17]. ISBN 978-80-7080-639-5.

HLÁVKOVÁ, Barbora. *Projektová výuka v přírodovědných předmětech* [online]. Brno, 2007 [cit. 2016-03-12]. Dostupné z: https://is.muni.cz/th/64080/pedf_m/Diplomova_prace_Barbora_Hlavkova.txt. Diplomová práce. Masarykova Univerzita v Brně. Vedoucí práce Mgr. Irena Plucková.

HORÁK, Josef. Nový systém výstražných vět k označování rizikových vlastností chemických látek. *Chemické listy* [online]. 2013, **107**(7), 563-600 [cit. 2016-01-10]. Dostupné z: http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2013_07_579-581.pdf

HORČIC, Pavel. *Laboratorium přírodních věd: Izolace kofeinu extrakcí z rostlinných materiálů*. [online]. Zlín, 2015, 2015 [cit. 2016-01-04]. Dostupné z: <http://www.gjszlin.cz/gztgm/esf-projekty.html>. Projekt EU. Gymnázium a Jazyková škola s právem státní jazykové zkoušky Zlín.

CHARTERS, Werrett Wallace. *Curriculum construction* [online]. New York: The Macmillan company, 1923 [cit. 2016-03-05]. Dostupné z: <http://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=mdp.39015062352623;view=1up;seq=11>

JANÍK, Tomáš, Josef MAŇÁK, Petr KNECHT a Jiří NĚMEC. *Teoretické studie: Proměny kurikula a současné české školy: Vize a realita* [online]. ORBIS SCHOLAE, 2010, **4**(3.), 9-35 [cit. 2016-02-07]. ISSN 1802-4637.

JANKOVCOVÁ, Marie, Jiří KOUDELA a Jiří PRŮCHA. *Aktivizující metody v pedagogické praxi středních škol*. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1989. Pedagogická teorie a praxe. ISBN 80-04-23209-4.

KRIZEVSKI, Raz, Einat BAR, O.r SHALIT, Asaf LEVY, Jillian M. HAGEL, Korey KILPATRICK, Frédéric MARSOLAIS, Peter J. FACCHINI, Shimon BEN-SHABAT, Yaron SITRIT a Efraim LEWINSOHN. Benzaldehyde is a precursor of phenylpropylamino alkaloids as revealed by targeted metabolic profiling and comparative biochemical analyses in *Ephedra* spp. *Phytochemistry* [online]. 2012, roč. 81, s. 71-79 [cit. 2013-02-20]. ISSN

00319422. DOI: 10.1016/j.phytochem.2012.05.018. Dostupné z:
<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0031942212002397>

KUBÍNOVÁ, Marie. *Projekty ve vyučování matematice: cesta k tvořivosti a samostatnosti*. Praha: Univerzita Karlova v Praze - Pedagogická fakulta, 2002. ISBN 80-7290-088-9.

KUTCHAN, Toni M. "Alkaloid Biosynthesis [mdash] The Basis for Metabolic Engineering of Medicinal Plants." *The Plant Cell* 7.7 (1995): 1059.

LINHART, Igor. *Toxikologie: interakce škodlivých látek s živými organismy, jejich mechanismy, projevy a důsledky*. Vyd. 1. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2012, 375 s. ISBN 978-807-0808-061.

LÜLLMANN, Heinz, Klaus MOHR a Martin WEHLING. *Farmakologie a toxikologie*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2002, 694 s. ISBN 80-716-9976-4.

MAŇÁK, Josef a Tomáš JANÍK (eds.). *Problémy kurikula základní školy: sborník z pracovního semináře konaného dne 22. června 2006 na Pedagogické fakultě MU*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita pro Centrum pedagogického výzkumu PdF MU, 2006, 330 s. ISBN 80-210-4125-0.

MIŠTOVÁ, Tereza. *Alkaloidy obsažené v rostlinách čeledi Papaveraceae Juss.* Zlín, 2009. Dostupné z:
http://dspace.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/8280/mi%C5%A1tov%C3%A1_2009_bp.pdf?sequence=1

Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Vedoucí práce Ing. Roman Kimmel.

MORAVCOVÁ, Jitka. *Biologicky aktivní přírodní látky*. Praha, 2006, 108 s. Dostupné z:
<http://www.vscht.cz/lam/new/bapl2003-01.pdf>.

MÜLLEROVÁ, Dana a Anna AUJEZDSKÁ. *Hygiena, preventivní lékařství a veřejné zdravotnictví*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2014. ISBN 978-80-246-2510-2.

MUSILOVÁ, Lucie, Ondřej UHLÍK, Martina MACKOVÁ a Tomáš MACEK. *Úloha sekundárních metabolitů rostlin v bakteriální degradaci organických xenobiotik*. *Chemické listy* [online]. 2012, **106**(11), 1029-1033 [cit. 2016-01-24]. Dostupné z: http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2012_11_1029-1033.pdf

OSECKÁ, Karolína. *VLIV POLYSACHARIDŮ NA VSTŘEBÁVÁNÍ KOFEINU Z NÁPOJŮ*. Brno, 2012. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=49980.

Bakalářská práce. Vysoké technické učení v Brně. Vedoucí práce prof. Ing. Miloslav Pekař, CSc.

ORIŇAKOVÁ, Eva. *Biologicky aktivní látky ve vybraných rostlinách rodu Camellia*. Zlín, 2010. Dostupné z: http://dspace.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/11828/ori%C5%88akov%C3%A1_2010_bp.pdf?sequence=1. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně.

PATOČKA, Jiří. *Vojenská toxikologie*. 1.vyd. Praha: Grada Publishing, 2004, 178 s. ISBN 80-247-0608-3.

PAVIA, Donald L. *Introduction to organic laboratory techniques: a small scale approach*. 2nd ed. Belmont, CA: Thomson Brooks/Cole, c2005. ISBN 0534408338.

PAVLASOVÁ, Lenka. *Přehled didaktiky biologie*. Praha: Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta, 2014, 58 s. ISBN 978-80-7290-643-7.

PETTY, Geoffrey. *Moderní vyučování*. 6., rozš. a přeprac. vyd. Praha: Portál, 2013. ISBN 978-80-262-0367-4.

RADAKOVIC, Milena, N. DJELIC, Z. STANIMIROVIC, Bosiljka PLECAS-SOLAROVIC, Biljana SPREMO-POTPAREVIC, Lada ZIVKOVIC a V. BAJIC. Evaluation of the effects of ephedrine on human lymphocytes in the comet assay. *Acta veterinaria* [online]. 2011, roč. 61,

č. 4, s. 363-371 [cit. 2012-12-31]. ISSN 0567-8315. DOI: 10.2298/AVB1104363R. Dostupné z: <http://www.doiserbia.nb.rs/Article.aspx?ID=0567-83151104363R>

Rámcový vzdělávací program pro gymnázia: RVP G [online]. Praha: Výzkumný ústav pedagogický v Praze, 2007, 100 s. [cit. 2016-02-07]. ISBN 978-80-87000-11-3. Dostupné z: <http://www.nuv.cz/file/159>

Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání: (verze platná od 1. 9. 2013) úplné znění upraveného RVP ZV [online]. Praha: č.j. MSMT-2647/2013-210, 2013 [cit. 2016-02-07]. Dostupné z: <http://www.nuv.cz/file/318/>

REYES-ESCOGIDO, Maria, Edith G. GONZALEZ-MONDRAGON a Erika VAZQUEZ-TZOMPANTZI. Chemical and Pharmacological Aspects of Capsaicin. *Molecules* [online]. 2011, roč. 16, č. 12, s. 1253-1270 [cit. 2013-01-15]. ISSN 1420-3049. Dostupné z: <http://www.mdpi.com/1420-3049/16/2/1253/>

RIEDL, Ota; VONDRÁČEK, Vladimír; [a kol.]. Klinická toxikologie: toxikologie léků, potravin, jedovatých živočichů a rostlin aj. – 5. Přepřac. vyd. – Praha: Avicenum, 1980; 820s.

RUBEŠOVÁ, Jitka. *Význam kofeinu v dietním režimu pubescentů* [online]. České Budějovice, 2013 [cit. 2016-03-06]. Dostupné z: http://theses.cz/id/sj11go/Bakalsk_prce_-_Jitka_Rubeov.pdf. Bakalářská práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.

SHOJI, Tsubasa, Keiji NAKAJIMA a Takashi HASHIMOTO. Ethylene Suppresses Jasmonate-Induced Gene Expression in Nicotine Biosynthesis. *Plant and Cell Physiology* [online]. 2000, vol. 41, issue 9, s. 1072-1076 [cit. 2013-01-04]. ISSN 1471-9053. Dostupné z: <http://pcp.oxfordjournals.org/content/41/9/1072.full.pdf+html>

SKALKOVÁ, Jarmila. *Za novou kvalitu vyučování: (inovace v soudobé pedagogické teorii i praxi)*. Brno: Paido, 1995. Edice pedagogické literatury. ISBN 80-85931-11-7.

ŠEJVL, Jaroslav. *Kokain - účinky*. Praha, 2010: Centrum adiktologie, PK 1. LF UK v Praze a VFN v Praze, 21 s. Dostupné z www.adiktologie.cz/cz/articles/download/3444/kokainucinky-pdf.

SINGH a DUGGAL. Piperine - Review of Advances in Pharmacology. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Nanotechnology* [online]. 2009, roč. 2, č. 3 [cit. 2012-12-21]. Dostupné z: http://www.pharmabooksyndicate.com/issues/615_full.pdf

ŠEVČÍKOVÁ, Kateřina. *Rostlinné alkaloidy v potravinách*. Zlín, 2010. Dostupné z: <http://theses.cz/id/gufap1/?lang=en;furl=%2Fid%2Fgufap1%2F>
Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Vedoucí práce Marta Severová.

ŠKODA, Jiří, Pavel DOULÍK a Milan ŠMÍDL. *Chemie 9 pro základní školy a víceletá gymnázia*. 1. vyd. Plzeň: Fraus, 2007, 3 sv. ISBN 978-80-7238-584-3

TOMKOVÁ, Anna, Jitka KAŠOVÁ a Markéta DVOŘÁKOVÁ. *Učíme v projektech*. Vyd. 1. Praha: Portál, 2009. ISBN 978-80-7367-527-1.

TULENKOVÁ, Mária. (2006): *Didaktika biológie I*, Prešovská univerzita v Prešove, Fakulta humanitných a prírodných vied, Prešov, 155s.

UCHYTILOVÁ, E. a J. PALEČEK. Úloha TRP1 receptorů v neurálních mechanismech pooperační bolesti. *Anesteziologie a intenzivní medicína* [online]. 2009, roč. 20, č. 5, s. 276 [cit. 2013-01-17]. Dostupné z: http://www.medvik.cz/kramerus/document/ABA008_02005_MED00012131-2009-20.5_s.229-300.pdf;jsessionid=1701D7AE134C5A32AFEC1558E931E0C4?id=355694

Úřad vlády ČR: Návrh nařízení vlády, kterým se mění nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci, ve znění pozdějších předpisů. *Vláda ČR* [online]. Knihovna připravované legislativy, 2016 [cit. 2016-01-10]. Dostupné z: <https://apps.odok.cz/kpl-detail?pid=RACKA5WJYYBL>

VALENTA, Josef. *Pohledy: projektová metoda ve škole a za školou*. 1. vyd. Praha: IPOS ARTAMA, 1993. ISBN 80-7068-066-0.

VALENTOVÁ, Kateřina, Pavla ENTNEROVÁ, Jaroslava URBANÍKOVÁ a Vilím ŠIMÁNEK. Chemie mužské sexuality. *Chemické listy* [online]. 2004, vol. 98, issue 12, s. 1119-1129 [cit. 2013-01-01]. ISSN 1213-7103. Dostupné z: http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2004_12_1119-1129.pdf

VALIŠOVÁ, Alena, Hana KASÍKOVÁ a Miroslav BUREŠ. *Pedagogika pro učitele*. 2., rozš. a aktualiz. vyd. Praha: Grada, 2011, 456 s. Pedagogika (Grada). ISBN 978-80-247-3357-9.

VÍCHOVÁ, Monika. Alzheimerova choroba: pravděpodobné příčiny a prevence. *PsychoLogOn* [online], 2 (1), str. 58-62. [cit. 2016-03-05]. Dostupný z <http://www.psychologon.cz/data/pdf/151-alzheimerova-choroba-pravdepodobne-priciny-a-prevence.pdf>. ISSN 1805-7160.

WEISS, Roger D., Steven M. MIRIN a Roxanne L. BARTEL. *Cocaine*. 2. ed. Washington, DC u.a.: American Psychiatric Pub, 2002. ISBN 1-58562-138-2.

ZAJÍČKOVÁ, Kateřina. *Bioaktivní látky v kakaových produktech*. Zlín, 2010. Dostupné z: http://dspace.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/14012/zaj%C3%AD%C4%8Dkov%C3%A1_2010_bp.pdf?sequence=1. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně.

Zákon č. 267/2015 Sb., kterým se mění zákon č. 258/2015 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a další související zákony.

ZEMAN, Roman. Výroba efedrinu jako příklad biotechnologie. *Vesmír* [online]. Praha: Euromedia Group, 1995, roč. 74, č. 194 [cit. 2012-12-31]. Dostupné z: <http://www.vesmir.cz/clanek/vyroba-efedrinu-jako-priklad-biotechnologie>

7.1 Internetové zdroje

Antidopingový výbor ČR. *Antidopingový výbor ČR: Czech Anti-Doping Committee* [online]. 2016 [cit. 2016-03-05]. Dostupné z: http://www.antidoping.cz/zakazane_prostredky.php

8. Přílohy

8.1 Seznam tištěných příloh

Příloha 1 Rostlinné alkaloidy, Učební text pro 9. ročníky ZŠ nebo odpovídající ročník nižšího gymnázia (počet stran 26)

Příloha 2 Návodů na laboratorní cvičení, Izolace kofeinu z rostlinného materiálu (počet stran 9)

Příloha 3 Vypracovaný laboratorní protokol, Izolace kofeinu z rostlinného materiálu (počet stran 4)

Příloha 4 Metodický laboratorního cvičení, Izolace kofeinu z rostlinného materiálu (počet stran 2)

Příloha 5 Návodů na laboratorní cvičení, Důkaz nikotinu v tabáku (počet stran 6)

Příloha 6 Metodika laboratorního cvičení, Důkaz nikotinu v tabáku (počet stran 2)

8.2 Seznam elektronických příloh

Elektronická příloha 1. Ppt prezentace Rostlinné alkaloidy

Elektronická příloha 2. Standardní věty o nebezpečnosti podle nařízení GHS

Viz přiložené CD

ROSTLINNÉ ALKALOIDY

Učební text pro 9. ročníky ZŠ nebo odpovídající ročník nižšího gymnázia

Eva Větrovská

1. verze

Praha 2016

1. Obsah

Obsah	2
Předmluva	3
Úvod	4
Rozdělení rostlinných alkaloidů	4
Pravé alkaloidy	6
1. Atropin	6
2. Kokain	7
3. Nikotin	9
4. Piperin	10
Protoalkaloidy	12
1. Efedrin	12
2. Meskalin	14
3. Kapsaicin	15
4. Papaverin	18
5. Morfin	18
Pseudoalkaloidy	20
1. Kofein	20
2. Theobromin	22
Použitá literatura	23

Předmluva

Vážení čtenáři,

Dostává se Vám do rukou soubor učebních textů zaměřených na rostlinné alkaloidy. Jsou zde vybrány alkaloidy, které mají dle mého osobního názoru pozoruhodné vlastnosti a také široké použití ať už v lékařství či potravinářství. Také jsou zde uvedeny alkaloidy, které si sebou nesou určitá úskalí při jejich zneužívání v sociálně-kulturní rovině.

Tento soubor má za cíl rozšířit výuku rostlinných alkaloidů na základních školách a odpovídajících ročnících nižšího gymnázia. Primárně je určen pro žáky, ale je také vhodným materiálem pro učitele, ať už pro přípravu výuky nebo i při výuce samotné. Soubor je strukturován do logických celků. Úvod je věnován vysvětlení problematiky rostlinných alkaloidů a jejich rozdělení. Ve větší části textu je pozornost věnována typickým zástupcům a jejich detailnějším popisům.

Pro názornost jsou texty doplněny fotografiemi a obrázky. Zvědaví čtenáři naleznou doplňující informace v postranní liště.

Pevně věřím, že učební text usnadní učitelům přípravu na vyučování a bude žáky motivovat.

Eva Větrovská

2. Úvod

Rostlinné alkaloidy jsou přírodní látky obsažené v mnoha druzích vyšších rostlin, méně často i v nižších rostlinách či houbách. Z biologického hlediska zastávají v rostlinách převážně funkci obrannou nebo jsou zásobárnou dusíku pro rostlinu či se jedná o odpadní látky metabolismu rostlin. Z chemického hlediska je jedná o dusíkaté heterocykly, kde dusík je do molekuly dodáván různými způsoby, nejčastěji je však odvozen z jednoduchých aminokyselin. Často se jedná o bezbarvé krystalické látky, což ale také není pravidlem.

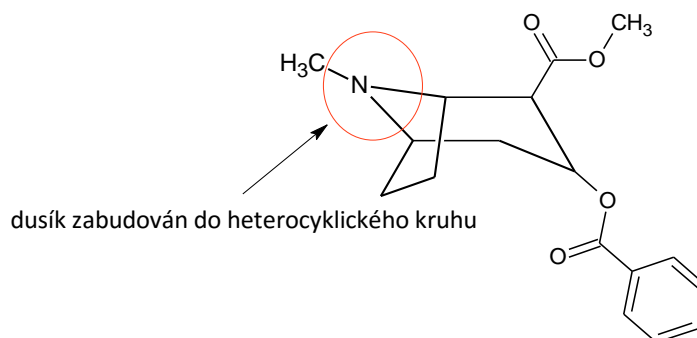
V současné době je známo přes 10 000 alkaloidů a nové se stále objevují. V běžném každodenním životě mají pro lidstvo nezastupitelný význam ať už v lékařství či v potravinářství. Někteří zástupci si ale s sebou nesou vysoké riziko zneužívání a možné otravy organismu při jeho požití.

3. Rozdělení rostlinných alkaloidů

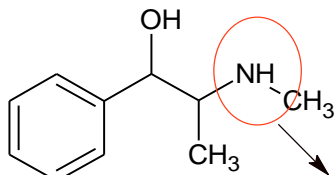
Velice často se v literatuře setkáváme s rozdělením dle účinku na lidský organismus. V takovém případě naleznete alkaloidy stimulující, halucinogenní, opiátové či „legální“ alkaloidy. Pro práci žáků 9. tříd ZŠ a odpovídajících ročníků nižšího gymnázia je toto rozdělení z hlediska pochopení účinku dostatečný, zvláště pak pro přípravu a následné zpracování různých projektů. Ale pro lepší pochopení struktur alkaloidů a jejich řazení je vhodné uvést právě rozdělení dle jejich vzniku.

Dle chemické struktury a způsobu vzniku alkaloidů v rostlině rozlišujeme alkaloidy:

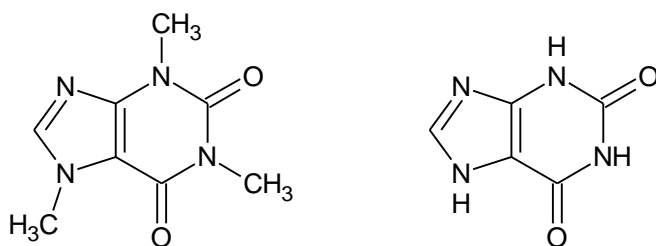
1. Právě alkaloidy – zahrnují dusíkaté heterocyklické báze, které jsou odvozené od aminokyselin.
2. Protoalkaloidy – zahrnují také alkaloidy odvozené od aminokyselin, ale jejich dusík se nenachází v heterocyklickém kruhu ale v postranním řetězci.
3. Pseudoalkaloidy – mezi významné pseudoalkaloidy patří purinové alkaloidy, jejichž chemická struktura je odvozena od xanthinu.



Chemická struktura pravých alkaloidů (kokain)



Chemická struktura protoalkaloidů (efedrin)



Chemická struktura pseudoalkaloidů

kofein - vlevo, chemická struktura

xanthinu - vpravo

Pravé alkaloidy

Pro pravé alkaloidy jsou charakteristické dusíkaté heterocyklické sloučeniny, které vznikly z aminokyselin (ornithin, tryptofan, aj.). Mezi známé pravé alkaloidy patří například atropin, skopolamin, kokain, nikotin, arekolin, piperin a ergometrin. Výběr těch nejběžnějších a nejznámějších je popsán níže.

1. Atropin

Výskyt

Atropin je alkaloid, který se nejčastěji vyskytuje v rulíku zlomocném (*Atropa belladonna*). Jeho přeměna probíhá převážně v játrech a metabolizované produkty se spolu s částí atropinu vylučují ledvinami. Právě přibližně 30-50% atropinu se v těle nepřemění a vyloučí se nezměněn. V těle se atropin nejlépe vstřebává přes trávicí soustavu, i když byly prokázány otravy i vdechnutím při kouření rulíkových listů.



Rulík zlomocný (web 1)

Účinky

Atropin má silné účinky na žlázy s vnější sekrecí, kdy jejich činnost tlumí tak, že člověk se přestane potit, což může vyvolat zvýšení vnitřní teploty těla bez možnosti vyrovnání této teploty pocením. Zvýšení vnitřní teploty těla má za následek horečku a přehřátí. Pokud se člověku včas nedostane ochlazení, dochází k poruchám mozku, krevního oběhu, ledvin a dalších životně důležitých funkcí. Při požití nízkých dávek (do 5mg) vyvolává atropin bolesti hlavy, poruchy řeči a zadržování moči v močovém měchýři tak, že člověk nemá možnost zcela vyprázdnit močový měchýř. Následuje i zácpa.

Název *belladonna* pravděpodobně vznikl tak, že dříve si italské dívky vkapávaly atropinovou tinkturu do očí, což jim rozšiřovalo zornice. Byly přesvědčené, že tzv. zasněný pohled je pro muže přitažlivý.



Efekt *belladonna* (web 2)

Použití v lékařství

Střední dávky atropinu (0,5-2mg) způsobují sucho v ústech, snížení a následné rychlé zvýšení srdeční činnosti a zhoršení zraku. Vysoké dávky atropinu dochází už k výrazným poruchám zraku a ke zrakovým i sluchovým nepříjemným halucinacím. Pokožka na těle většinou zčervená a následuje bezvědomí, selhání dechu a smrt.

2. Kokain

Výskyt

Alkaloid kokain se izoluje z jihoamerického kokainovníku pravého (*Erythroxylon coca*). Právě Jižní Amerika, převážně Peru a v Bolívii je největším vývozcem kokainu na světě.



Kokainovník pravý (web 3)

Účinky

Účinky kokainu závisí na způsobu užívání i na velikosti dávky. Při žvýkání listů člověk ztrácí pocit hladu a žízně, ale při užití krystalického kokainu přichází svalový třes, slabost a celková únava. Až při opakovaném užívání krystalické formy se dostavuje pocit síly, zvýšení sebedůvěry a euforie.

Kokain způsobuje hlavně psychickou závislost.

Kokain se užívá v několika formách, např. rolníci v Jižní Americe žvýkají kokové listy, čímž zahánějí hlad a snižují svou únavu. Zbytek světa zná spíše upravenou formu kokainu do bílého prášku, který se buď šňupe nebo rozpuštěný vpichuje rovnou do žíly.



Žvýkání koky Bolívii (web 4)

Při předávkování kokainu je otrávenému člověku špatně, nastane u něj celková slabost a nevolnost, cítí úzkost, rozšíří se mu zornice a zvýší srdeční tep. Intoxikovaný je zmatený, má halucinace a ztrácí paměť. Později se objeví křeče celého těla a následuje bezvědomí, ochrnutí dýchacích svalů a smrt. Smrtelná dávka se udává 1g čistého kokainu per os, tedy ústy. Přesto byla pozorována smrt i při čtvrtinové dávce.

Při častém užívání kokainu přes nosní sliznici, tzv. šňupáním, dochází k deformaci nosní přepážky, protože kokain způsobuje špatné prokrvování sliznice.

Použití v lékařství

Kokain byl použit jako první moderní anestetikum při operaci oka na konci 19. století. Dnes se jako anestetikum používá v zubním lékařství. V alternativní medicíně si

Historie kokainu v nápojích

Krátce po první izolaci kokainu, korsický obchodník Angelo Mariani, přivedl roku 1883 na trh první víno na bázi koky. Později bylo zjištěno, že jedna sklenice (0,2 l) obsahovala mezi 35-70mg kokainu. Po víně to byl Marianiho čaj až s osminásobkem kokainu oproti vínu!



Marianiho víno (web 5)

Ve Spojených státech to byl zase John Stythem Pemberton, který představil nápoj obsahující kokain, kofein a extrakt z kola ořechů, nasycený oxidem uhličitým pod známým názvem Coca-Cola. Kokain byl součástí tohoto nápoje až do roku 1903.



Logo Coca Coly r. 1902 (web 6)

3. Nikotin

Výskyt

Nikotin je kapalný alkaloid a silný jed, který je součástí rostlin rodu *Nicotiana*, především druhu tabáku virginského (*Nicotiana tabacum*).



Tabák virginský (web 7)

Účinky

Nikotin vyvolává aktivaci nikotinových receptorů v mozku a zvyšuje tím bdělost a snižuje dráždivost a agresivitu. Dále vyvolává v kosterních svazech jemný svalový třes. V trávicím ústrojí podporuje peristaltiku střev, zvyšuje sekreci slin i trávicích šťáv. Tento účinek však má pouze krátkodobý charakter.

Při častém a opakovaném užívání nikotinu vzniká návyk.

V případě akutní otravy nikotinem dochází k nevolnosti, zvracení a svalovým křečím. Následuje ochrnutí dýchacího svalstva a smrt. Za smrtelnou dávku se považuje 50 mg nikotinu a otrava může nastat několika způsoby:

1. Může dojít k předávkování vykouřením velkého množství tabákových výrobků.
2. Při zpracování tabákových výrobků dojde k otravě přes kožní sliznici. Nikotin se totiž velice dobře vstřebává kůží.

Díky Jeanu Nicotovi, který se spolu s Kolumbem vrátil roku 1559 z Ameriky, se poprvé dostal do Evropy i tabák virginský. Používal se v sušené formě určené ke šňupání.



Kolumbo-va loď (web 9)



Doutníky – tabákový výrobek (web 8)

Použití v lékařství

V posledních letech se diskutuje o možnosti využití nikotinu při léčbě nebo zmírnění příznaku Alzheimerovy choroby. Dnes se jím běžně napouštějí náplasti nebo jsou součástí různých žvýkaček, které mají pomoci při odvykání kouření.



Nikotinové žvýkačky (web 10)

4. Piperin

Výskyt

Alkaloid piperin je součástí černého pepře (*Piper nigrum*) a pepře dlouhého (*Piper longum*) a je zodpovědný za jeho ostrou příchuť.



Pepř černý (web 11)

Účinky

Piperin stimuluje centrální nervovou soustavu a umožňuje lepší vstřebávání a využití dalších složek z potravy jako jsou beta-karoten, kurkumin, aminokyseliny a glukóza. Nicméně při vyšších koncentracích může poškodit tkáň jazyka, snížit krevní tlak i rychlost dýchání

Použití v lékařství

Piperin se používá při léčení zánětů, zmírňuje bolest, zmírňuje projevy astmatu a zlepšuje trávení. Vyskytuje se v léčivech snižující plynatost a žaludeční nevolnost. V přípravcích určených sportovcům je účinná jako látka umožňující lepší absorpci vitamínů a minerálních látek.



Černý pepř (web 12)

Plody pepře se v tradiční indické medicíně používá ke stimulaci trávení a metabolismu. Působí močopudně, ulehčuje odkašlávání a je považován za přírodní afrodiziakum. Některé druhy pepře údajně zabraňují rozčilení.

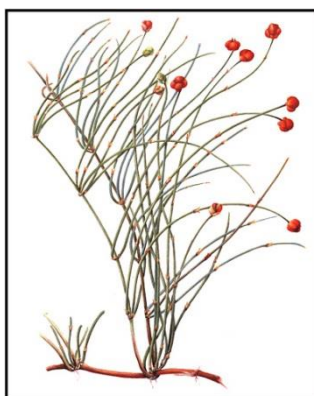
Protoalkaloidy

Na rozdíl od pravých alkaloidů není dusík v molekule protoalkaloidu zabudován do heterocyklického kruhu, ale do postranního řetězce. Mezi významné protoalkaloidy patří efedrin, meskalin, kapsaicin, papaverin, morfin, kodein a tubokurarin. Opět jsou níže popsána některá ze jmenovaných.

1. Efedrin

Výskyt

Efedrin byl poprvé získán z čínské rostliny Ma-Huang, která je dnes známá jako chvojník čínský (*Efedra sinica*). Efedrin je ale také i hlavní složkou chvojníku obecného (*Efedra vulgaris*). Vedlejším alkaloidem v těchto rostlinách je pseudoefedrin.



Chvojník čínský (web 13)

Účinky

Od chvíle, co byl efedrin poprvé syntetizován (r. 1855) uplynulo přibližně 75 let, než byly objeveny jeho účinky na lidský organismus. Jeho účinky byly zpočátku srovnávány s účinky adrenalinu.

Užitím efedrinu se člověk dostane do stavu euforie, ale je zde tenká hranice k předávkování, které se projevuje zrychlením srdeční činnosti, psychózou a celkovým svalovým třesem. Poté může následovat infarkt myokardu nebo cévní mozková příhoda, tzv. mrtvice. Projevy při častém až chronickém užívání efedrinu jsou nespavost, ztráta paměti a poškození nervů.

Použití v lékařství

Efedrin byl používán hlavně v tradiční čínské medicíně k léčbě astmatu a bronchitidy. I v naší medicíně je součástí léčiv k léčbě těchto onemocnění.

Dále je v lécách na podporu hubnutí a společně s kofeinem a aspirinem se používá ve formě tablet jako doplněk ke stravě v kulturistice. Tato kombinace má zajistit lepší spalování tuků. V Českém antidopingovém výboru a Státním ústavem pro kontrolu léčiv je efedrin v těchto tabletách zakázáný.



Efedrin v tabletách (web 14)

Mnoho druhů chvojníků pochází ze středomořských, středoasijských a východoasijských oblastí. Dnes se ale vyskytují i v Andách, USA a Mexiku. V Čechách je najdeme pouze v okrasných zahradách.

Ve všech oblastech výskytu se z chvojníku vyráběl čaj, který měl pozitivní účinky na léčbu astmatu a senné rýmy. Nicméně čaje byly vhodné i na celkové posílení organismu.



Chvojník čínský (web 15)

2. Meskalin

Výskyt

Jedním z hlavních alkaloidů izolovaných ze šťávy mexických kaktusů peyotl (rodu *Anhalonium*) je právě meskalin. Alkaloid ve formě bílé krystalické látky se připravuje rozkrájením a následným usušením z nadzemní části kaktusu.



Kaktus peyotl (web 16)

Účinky

Požití tohoto alkaloidu znamená, že velká část, až 70 % se nezměněn vyloučí močí. Zbytek se v metabolismu přemění. Otrava se projevuje bolestmi hlavy, závratěmi a třesem. Dochází ke zvýšení krevního tlaku i tělesné teploty. Po 2-4 hodinách po požití následují zrakové halucinace a teprve po dalších 6 hodinách přichází únava a spánek.

Použití v lékařství

Meskalin je známý halucinogen a v psychiatrickém lékařství je používán k vyvolání modelových psychóz. To slouží ke zjištění způsobu léčby přirozeně se projevující psychózy.

3. Kapsaicin

Výskyt

V paprikách rodu *Capsaicum* z čeledi *Solanaceae* je hlavním alkaloidem právě kapsaicin. Tento alkaloid je zodpovědný za pálivou chuť těchto paprik. Kapsaicin spolu s jeho deriváty se hromadně nazývají kapsacinoidy a představují přibližně 90% kapsacinoidů v chilli papričkách.



Paprika roční (web 17)

Účinky

Kapsaicin spolu s jeho deriváty dráždí u všech obratlovců především nervová zakončení se specifickými kapsacinoidními receptory. Většina nervových vláken s těmito receptory vedou do mozkových oblastí, které vnímají pálení, teplo a bolest. Proto je základním projevem kapsaicinu pálení především v ústech, ale i na jiných sliznicích, např. oko, nos nebo kůže. Aktivace kapsacinoidních receptorů je pouze přechodná, proto po čase pocit pálení i bolesti ustává.

Alkaloid zvyšuje rychlost metabolismu, čehož se využívá při redukci váhy. Běžné dávky kapsaicinu celkově podporují tělesné funkce a výkonnost. Také podporuje průtok krve trávicí soustavou, především v žaludku a střevech, znemožňuje růst nežádoucí bakterie *Helicobacter pylori* v žaludku a přispívá k vytvoření ochranného žaludečního hlenu, který působí preventivně proti vzniku tzv. žaludečního vředu. Kapsaicin má také podobný vliv na oběhovou soustavu jako krátké aerobní cvičení.

Kapsaicin je látka lipofilní, takže zahánění pálivosti v ústech vodou nebude mít žádný účinek. Proto se někdy používá tvrdý alkohol nebo i mechanické odstraňování pálivosti – pojídání chleba.

Použití v lékařství

Jak již bylo zmíněno výše, tak kapsaicin napomáhá vzniku žaludečního hleny. Toho se využívá i v léčích. Stejně tak je součástí léků na podporu hubnutí a používá se při léčbě obezity. Často je také využíván jako lokální analgetikum při pooperačních bolestech.

V různých druzích krémů i napuštěných náplastí se kapsaicin využívá k léčbě chronických lokálních bolestí (bolesti svalů a kloubů)



Carolina Reaper – nejpálivější paprička světa (web 18)

SCOVILLEHO STUPNICE

Tato stupnice měří pálivost papriček. Danému množství kapsaicinu v papričkách odpovídá počet jednotek pálivosti (Scoville heat units . SHU). Základem je roztok z paprik, cukru a vody, který je následně ochutnáván dobrovolníky a měří se čas, dokud nezmezí pálivost. Tento test pálivosti byl poměrně subjektivní, dnes je již překonán chromatografickými metodami. Přesto se ještě dnes můžeme s touto jednotkou setkat.

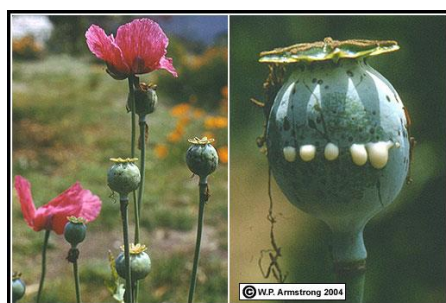
100% kapsaicin má 16 miliónů SHU jednotek a nejpálivější paprička známá jako Carolina Reaper má hodnotu 1,5 – 2,2 miliónů SHU a drží tak rekord v pálivosti od roku 2013.

Opium

Opium je bílý latex, který se získává řezem z nezralých makovic máku setého (*Papaver somniferum*). Tento latex na vzduchu rychle koaguluje a hnědne a je zpracován do nepravidelné hmoty, která je nazývána indické opium.



Mák setý (web 19)



Získávání surového opia naříznutím nezralých makovic máku setého (web 20)

Současným největším dodavatelem opia je Indie, avšak i země jakou jsou Turecko, Írán, Egypt nebo Čína dokáží opium vyrábět ve větším množství.

Samotné opiu obsahuje až na 30 různých rostlinných alkaloidů, z nichž největší zastoupení má morfin (až 10%), následuje narkotin (6%) a papaverin (0,8%).

Již v 16. Století se používali opiové tinktury, známé jako laudanum, jako látku účinnou proti bolesti. Dnes jsou také známé opiové tinktury, které obsahují 1% morfinu získaného z opia.



*Opiová tinktura
Laudanum
(web 21)*

4. Papaverin

Výskyt

Jak již bylo zmíněno, tak v surovém opiu z máku setého je přibližně 0,8% alkaloidu papaverinu.



Nezralé makovice máku setého (web 22)

Účinky

Užití alkaloidu papaverinu může vést ke vzniku srdeční arytmie a ke snížení krevního tlaku. Otrava papaverinem se projevuje bolestmi hlavy, závratěmi, nadměrným pocením a zácpou. Alkaloid nemá narkotický účinek a nepůsobí na dýchací centrum.

Použití v lékařství

Derivát alkaloidu papaverinu způsobuje relaxaci hladkého svalstva, a proto se používá jako účinná látka při léčbě střevních, žlučových, ledvinových kolik a střevních průjmeh.

5. Morfin

Výskyt

Opět se jedná o alkaloid obsažený v opiu máku setého. A podle zralosti či nezralosti makovic, jejich odrůd, vodnímu režimu rostliny či dostatku minerálních látek a živin se v surovém opiu vyskytuje morfin od 2,7% až po 20%.

Účinky

Morfin je silné analgetikum, to znamená, že velice dobře tlumí bolest. Ale protože se jedná o alkaloid s narkotickými účinky, tak spolu s tlumením bolesti přichází stav euforie a utlumením činnosti dýchacího centra. Morfin zvyšuje střevní napětí, zpomaluje srdeční činnost a zužuje zornice. Při prvních dávkách dochází k častému zvracení, ale při opakovaném užívání žaludeční problémy ustávají.

Při předávkování morfinem dochází k selhání dechového centra, až nakonec dýchací cesty selžou úplně a nastává smrt.

Na morfin velice rychle vzniká závislost.

Použití v lékařství

V lékařské praxi je morfin používán jako narkotické analgetikum. Velice dobře tlumí bolest a potlačuje i psychickou a emotivní reakci na bolest. Snadno na něj vzniká závislost, a proto se používá především pacientům v posledních fázích rakovinných onemocnění nebo v případech, kdy už pacientovi pouze „odlehčuje od bolesti“, tedy u pacientů nevyléčitelných.



Síran morfinu pro injekční podání (web 23)

Heroin

Heroin je derivát morfinu, který byl poprvé vyroben v 90. letech 19. st. v německé farmaceutické firmě Bayer pány H. Dreserem a F. Hoffmanem. Tato látka měla být lepší náhražkou původního morfinu a jeho analgetický účinek měl nastupovat rychleji. Přitom měl být šetrnější k žaludeční sliznici a neměl by tak vyvolávat zvracení. Na začátku 20. století byl heroin volně prodáván jako léčivo vhodné při dýchacích onemocnění, ale i při různých pohlavních a psychiatrických problémech. Také byl používán jako přípravek pro odvykání závislosti na morfinu.

Později se zjistilo, že návyk na heroin vzniká mnohem rychleji než na morfin a jeho účinek je silnější, tak byl v mnoha státech zakázán a definován jako návyková látka. Přesto je ještě v některých státech povolen a na předpis je používán jako léčivo nesnesitelných bolestí. Přesto je ještě v některých státech povolen a na předpis je používán jako léčivo nesnesitelných bolestí.



Lahvička heroinu od firmy Bayer (web 24)

Pseudoalkaloidy

Chemická struktura pseudoalkaloidů je odvozena od kyseliny mevalonové, ne od aminokyselin, jak tomu bylo u pravých alkaloidů a protoalkaloidů. Níže jsou popsány dva nejvýznamnější zástupci: kofein a theobromin.

1. Kofein

Výskyt

Kofein je alkaloid rostlin, které se běžně používají v potravinářství. Jako příklad uvedeme v kávovník arabský (*Coffea arabica*), v čajovník čínský (*Thea sinensis*) nebo kolu pravou (*Cola vera*) či v méně známé paulinii nápojné (*Paullinia cupana*), jejíž semena s vysokým obsahem kofeinu jsou známá jako guarana.



Čajovník čínský (web 25)

Účinek

Kofein z velké části působí na mozkovou kůru, srdce a ledviny. Jeho účinek závisí na výši dávky. Při menších dávkách (do 3 mg na kilogram tělesné hmotnosti) stimuluje centrální nervovou soustavu, celkově povzbuzuje organismus a zvyšuje krevní tlak. Naopak vyšší dávky kofeinu (nad 3 mg na kilogram tělesné hmotnosti) mohou způsobit dezorientaci a agresivitu. U dávek kolem 500 mg byl pozorován záchvat paniky.

K otravám dochází při nadměrném užití kofeinu, přičemž výše nadměrné dávky záleží vždy na individuálních podmínkách každé osoby. Pohybuje se ale v rozsahu 200 – 500 mg. Otrava se projevuje nervozitou, bolestí hlavy, nespavostí, podrážděním a zrychlením srdečního tepu.

Smrtelná dávka se odhaduje na 5 gramů, přičemž opět se jedná o množství, které může působit individuálně.

Užívání kofeinu vyvolává zvýšenou toleranci i závislost, která je naší společností akceptována.

Použití

Vzhledem k jeho schopnostem povzbuzovat srdeční činnost a dýchací centrum, tak se kofein používá v lékařství při horečnatých onemocněních ke stimulaci krevního oběhu a dýchání. Také zvyšuje účinnost některých analgetik s protihorečnatým účinkem a zároveň má stimulační a povzbudivé účinky na centrální nervovou soustavu. Proto je součástí psychostimulancií, která zvyšují fyzickou i psychickou odolnost.

Kofein je alkaloid vyskytující se v mnoha různých nápojích, potravinách a doplňcích stravy právě s cílem zvýšit bdělost a odolnost organismu. Z některých můžeme jmenovat např. kávu, energetické nápoje, v ochucených nápojích, čokoládách i mnoha druzích doplňků stravy.



Zrnka kávy s kofeinem (web 26)



Guarana plus s obsahem kofeinu (web 27)

Několik vědců
nezávisle na sobě
přišlo s novou teorií
o funkci kofeinu
v tělech rostlin.
Uvádí se, že
opylovači, stejně
jako lidé, si vytvoří
na alkaloidu
závislost a následně
jej vyžadovat.
Přednostně tedy
budou opylovat
např. kávovník na
rozdíl od
konkurence.



*Květ kávovníku
(web 28)*

2. Theobromin

Výskyt

Alkaloid theobromin je hlavním alkaloidem kakaových bobů kakaovníku pravého (*Theobroma cacao*).



Kakaovník pravý (web 29)

Účinky

Oproti kofeinu má theobromin slabé stimulační účinky. Přesto pravidelná konzumace kakaových výrobků vede k lehké závislosti a náhlé přerušení přísunu theobrominu, tedy kakaových výrobků, vede k abstinenčním příznakům, např. bolesti hlavy a podrážděnosti.

Použití

Theobromin je hlavně součástí právě kakaových potravinářských výrobků např. čokoláda, kakao a mnoho druhů dalších pochutin. V čokoládě je obsaženo od 0,5% – 2,7% theobrominu, závisí na kvalitě kakaových bobů.

V dnešním lékařství se theobromin používá jako součástí léčiv povzbuzujících srdce.

Velice často dochází k otrávám domácích mazlíčků právě čokoládou. To je způsobeno tím, že pro nás neškodný theobromin je pro psy a kočky opravdu jedovatý. Ve větší míře u nich způsobuje defektní změny na buněčné úrovni, což se nejprve projevuje zvracením, neklidem následovaným nekontrolovatelným třesem. Může nastat kóma a smrt. Odhaduje se, že smrtelná dávka běžné mléčné čokolády je 50-60mg na kilogram hmotnosti psa.



Čokoláda – jed pro domácí mazlíčky (web 3)

Použitá literatura

BALÍKOVÁ, Marie. *Forenzní a klinická toxikologie: laboratorní toxikologická vyšetření*. Praha: Galén, c2004, 140 s. ISBN 978-807-2622-849.

DAVIDOVÁ, Lenka, Ilona MAXNEROVÁ, Silvie HANDSCHUHOVÁ a Jiří PATOČKA. Atropin a jeho místo v současné medicíně. *Kontakt: Scientific Acta Faculty of Social and Health Studies : vědecký časopis Zdravotně sociální fakulty Jihočeské univerzity* [online]. 2005, 3-4, s. 349-352 [cit. 2012-11-10]. ISSN 1212-4117. Dostupné z: <http://casopis-zsfj.u.zsf.jcu.cz/kontakt/clanky/3-4~2005/321-atropin-a-jeho-misto-v-soucasne-medicine>.

EVANS, William Charles. *Trease and Evans Pharmacognosy: Alkaloids* [online]. 16. vyd. printed in China: Elsevier, 2009, s. 353-415 [cit. 2012-10-20]. ISBN 978-0-7020-2933-2.

LINHART, Igor. *Toxikologie: interakce škodlivých látek s živými organismy, jejich mechanismy, projevy a důsledky*. Vyd. 1. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2012, 375 s. ISBN 978-807-0808-061.

LÜLLMANN, Heinz, Klaus MOHR a Martin WEHLING. *Farmakologie a toxikologie*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2002, 694 s. ISBN 80-716-9976-4.

MORAVCOVÁ, Jitka. *Biologicky aktivní přírodní látky*. Praha, 2006, 108 s. Dostupné z: <http://www.vscht.cz/lam/new/bapl2003-01.pdf>.

MIŠTOVÁ, Tereza. *Alkaloidy obsažené v rostlinách čeledi Papaveraceae Juss.* Zlín, 2009. Dostupné z: http://dspace.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/8280/mi%C5%A1tov%C3%A1_2009_bp.pdf?sequence=1 Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Vedoucí práce Ing. Roman Kimmel.

ORIŇAKOVÁ, Eva. *Biologicky aktivní látky ve vybraných rostlinách rodu Camellia*. Zlín, 2010. Dostupné z: http://dspace.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/11828/ori%C5%8akov%C3%A1_2010_bp.pdf?sequence=1. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně.

OSECKÁ, Karolína. *VLIV POLYSACHARIDŮ NA VSTŘEBÁVÁNÍ KOFEINU Z NÁPOJŮ*. Brno, 2012. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=49980. Bakalářská práce. Vysoké technické učení v Brně. Vedoucí práce prof. Ing. Miloslav Pekař, CSc.

PATOČKA, Jiří. *Vojenská toxikologie*. 1.vyd. Praha: Grada Publishing, 2004, 178 s. ISBN 80-247-0608-3.

RADAKOVIC, Milena, N. DJELIC, Z. STANIMIROVIC, Bosiljka PLEČAS-SOLAROVIC, Biljana SPREMO-POTPAREVIC, Lada ZIVKOVIC a V. BAJIC. Evaluation of the effects of ephedrine on human lymphocytes in the comet assay. *Acta veterinaria* [online]. 2011, roč. 61, č. 4, s. 363-

371 [cit. 2012-12-31]. ISSN 0567-8315. DOI: 10.2298/AVB1104363R. Dostupné z:

<http://www.doiserbia.nb.rs/Article.aspx?ID=0567-83151104363R>

REYES-ESCOGIDO, Maria, Edith G. GONZALEZ-MONDRAGON a Erika VAZQUEZ-TZOMPANTZI. Chemical and Pharmacological Aspects of Capsaicin. *Molecules* [online]. 2011, roč. 16, č. 12, s. 1253-1270 [cit. 2013-01-15]. ISSN 1420-3049. Dostupné z: <http://www.mdpi.com/1420-3049/16/2/1253/>

RIEDL, Ota; VONDRÁČEK, Vladimír; [a kol.]. Klinická toxikologie: toxikologie léků, potravin, jedovatých živočichů a rostlin aj. – 5. Přepřac. vyd. – Praha: Avicenum, 1980; 820s.

SINGH a DUGGAL. Piperine - Review of Advances in Pharmacology. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Nanotechnology* [online]. 2009, roč. 2, č. 3 [cit. 2012-12-21]. Dostupné z: http://www.pharmabooksyndicate.com/issues/615_full.pdf

STRUNECKÁ, Anna a Jiří PATOČKA. *Doba jedová*. Vyd. 1. Praha: Triton, 2011, 295 s. ISBN 978-80-7387-469-8.

ŠEJVL, Jaroslav. *Kokain - účinky*. Praha, 2010: Centrum adiktologie, PK 1. LF UK v Praze a VFN v Praze, 21 s. Dostupné z www.adiktologie.cz/cz/articles/download/3444/kokainucinky-pdf.

ŠEVČÍKOVÁ, Kateřina. *Rostlinné alkaloidy v potravinách*. Zlín, 2010. Dostupné z: <http://theses.cz/id/gufap1/?lang=en;furl=%2Fid%2Fgufap1%2F> Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Vedoucí práce Marta Severová.

TLUKA, Petr. *Mechanismus vlivu abiotického stresu těžkými kovy (kadmíem a zinkem) na kvantitu a kvalitu alkaloidů v máku (Papaver somniferum L.)*. V Praze, 2011. Dostupné z: <http://www.agrobiologie.cz/pds/dp/tluka.pdf> Disertační práce. Česká zemědělská Univerzita v Praze. Vedoucí práce Prof. Ing. Jaromír Lachman, CSc.

VĚTROVSKÁ, Eva. 2013. *Rostlinné alkaloidy a jejich účinky na lidský organismus*. Praha. Bakalářská práce. Univerzita Karlova v Praze. Vedoucí práce Doc. RNDr. Vasilis Teodoridis, Ph.D.

VONDREJS, Vladimír. „Čeko“ drogový poklesek kvasinek. *Vesmír* [online]. 2004, 2015-11-22, 83(8): 432 [cit. 2015-11-22]. ISSN 1214-4029. Dostupné z: <http://casopis.vesmir.cz/clanek/ceko-drogovy-poklesek-kvasinek>

VYSKOČIL, František. Kapsaicin a jeho vliv na lidský organismus. *Vesmír* [online]. 2013, 2013-10-03, 92(10): 570-573 [cit. 2015-11-28]. ISSN 1214-4029. Dostupné z: <http://casopis.vesmir.cz/clanek/kapsaicin-a-jeho-vliv-na-lidsky-organismus>

ZEMAN, Roman. Výroba efedrinu jako příklad biotechnologie. *Vesmír* [online]. Praha: Euromedia Group, 1995, roč. 74, č. 194 [cit. 2012-12-31]. Dostupné z: <http://www.vesmir.cz/clanek/vyroba-efedrinu-jako-priklad-biotechnologie>

Internetové zdroje v textu

Capsacinoidy. *Chilliforum.cz* [online]. 2010, 2010-08-13 [cit. 2015-11-28]. Dostupné z: <http://www.chilli-forum.cz/vseobecne-informace-o-chilli-paprickach/kapsaicin-stupnice-a-palivost-t793.html>

Carolina Reaper. *Carolina Reaper* [online]. 2013 [cit. 2015-11-28]. Dostupné z: <http://www.carolina-reaper.cz/>

Kofein vyvolává závislosti opylovačů. *Science world* [online]. F solutions, s.r.o., 2014, 2014-09-18 [cit. 2015-11-28]. Dostupné z: <http://www.scienceworld.cz/neziva-priroda/kofein-vyvolava-zavislosti-opylovacu/>

Antidopingový výbor ČR: Zakázané léky. *Antidopingový výbor ČR* [online]. 2012 [cit. 2012-12-31]. Dostupné z: <http://www.antidoping.cz>

[http://en.wikipedia.org/wiki/K. K. Chen](http://en.wikipedia.org/wiki/K._K._Chen)

<http://www.farmaceutika.info/papaverin-spofa>

Obrázky v textu

Web 1 [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Atropa belladonna - K%C3%B6hler%E2%80%93s Medizinal-Pflanzen-018.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Atropa_belladonna_-_K%C3%B6hler%E2%80%93s_Medizinal-Pflanzen-018.jpg)

Web 2 <http://woman.hotnews.bg/n/zloveshti-razkrasyavashti-protseduri-ot-minaloto.39772.html>

Web 3 http://cs.wikipedia.org/wiki/Kokainovn%C3%ADk_prav%C3%BD

Web 4 <http://www.legalizace.cz/2012/03/bolivie-na-zasedani-komise-osn-znovu-obhajuje-kokovy-list/>

Web 5 <https://www.touscoprod.com/en/angelomarianiwine>

Web 6 <http://erythroxyllum-coca.com/coca-cola/index.html>

Web 7 [http://www.lfhk.cuni.cz/patanat/koureni/obr/Nicotiana tabacum L.jpg](http://www.lfhk.cuni.cz/patanat/koureni/obr/Nicotiana_tabacum_L.jpg)

Web 8 <http://www.eshaman.cz/img/new/doutniky1.jpg>

Web 9 <http://caveofknowledge.com/wp-content/uploads/2011/05/santamaria.jpg>

Web 10 <http://www.ordinace.cz/clanek/cigaretu-nahradi-naplast-nebo-zvykacka/>

Web 11 http://www.anniesremedy.com/herb_detail19.php

- Web 12 <http://fresh.iprima.cz/recepty/spaghetti-cacio-pepe>
- Web 13 <http://www.itmonline.org/arts/mahuang.htm>
- Web 14 <http://shop.liveleantoday.com/shop-by-ingredient/ephedrine-hcl/efedrin-arsan-50mg-ephedrine-for-weight-loss?zenid=bjfqh7n8u12chipj4johnvfd44>
- Web 15 <http://www.semenakonopi.cz/semenakonopi-cz/Ephedra-Sinica-seeds-20-ks.html>
- Web 16 <http://www.osacr.cz/2013/12/02/psychotropni-latky-ayahuasca-lysohlavky-a-peyotl-dil-2/>
- Web 17 https://en.wikipedia.org/wiki/Capsicum_annuum
- Web 18 <http://www.superhotchiles.com/carolinareapergallery.html>
- Web 19 <http://www.britannica.com/EBchecked/media/36332/Opium-poppy-with-mature-fruit-and-seed-and-detail-of>
- Web 20 <http://waynesword.palomar.edu/opium.htm>
- Web 21 <https://www.behance.net/gallery/Laudanum-font/6400609>
- Web 22 http://www.e-herbar.net/main.php?g2_itemId=2758
- Web 23 <http://www.wikiskripta.eu/index.php/Morfin>
- Web 24 <https://cs.wikipedia.org/wiki/Heroin>
- Web 25 http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Camellia_sinensis_-_K%C3%B6hler%E2%80%93s_Medizinal-Pflanzen-025.jpg
- Web 26 <http://kolo.cz/clanek/doplňky-stravy-kofein>
- Web 27 <http://www.guaranaplus.sk/>
- Web 28 <http://www.ireceptar.cz/zahrada/pokojove-rostliny/jak-pestovat-kavovník-dopřejte-mu-vhodné-osvětlení-zalivku-a-zimování/>
- Web 29 <http://www.myartteacher.com/likes/theobroma-cacao-food-of-the-gods/>
- Web 30 <http://www.veterinaprostejov.cz/cokolada-pokrm-bohu-nebo-jed>

PŘÍLOHA 2

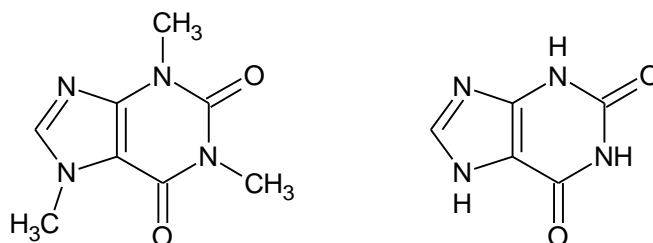
Návody na laboratorní cvičení	
Téma: Rostlinné alkaloidy	
Datum:	
Vypracoval:	Třída:
Úkol: Izolace kofeinu z rostlinného materiálu	

Souhrn:

Z kávového zrna žáci pomocí extrakce a následné destilace izolují rostlinný alkaloid kofein. Následně vypočítají hmotnostní zlomek zastoupení kofeinu ve vzorku.

Kofein:

Kofein patří mezi pseudoalkaloidy, jejichž chemická struktura je odvozena od xanthinu.



Chemická struktura pseudoalkaloidů
kofein - vlevo, chemická struktura xanthinu – vpravo

Kofein získávaný extrakcí z rostlinných materiálů i syntetický kofein je v potravinářství používán jako přísada do nealkoholických nápojů. Působí na chuťové buňky a ovlivňuje tak chuť sladkých, hořkých i slaných přísad limonád. Z lékařského hlediska patří mezi látky povzbudivé tedy stimulanty.

Fyzikálně – chemické vlastnosti kofeinu:

Jedná se o bílou, krystalickou, hydrofobní látku, bez zápachu. Jeho sumární vzorec je $C_8H_{10}N_4O_2$ se systematickým názvem 1,3,7-trimethylxanthin.

Systematický název	1,3,7-trimethylxanthin
Sumární vzorec	$C_8H_{10}N_4O_2$
Molární hmotnost	194,19 g/mol
Teplota varu	178°C
Bod tání	235-239°C
Rozpustnost ve vodě (20°C)	20 g/l
Relativní hustota (20°C)	1,23 g/cm ³
Hodnota pH (10 g/l H ₂ O, 20°C)	5,5-6,5

Fyzikálně-chemické vlastnosti kofeinu.

Separační metody

Během laboratorního cvičení se využívá separačních metod filtrace, extrakce a destilace.

Filtrace

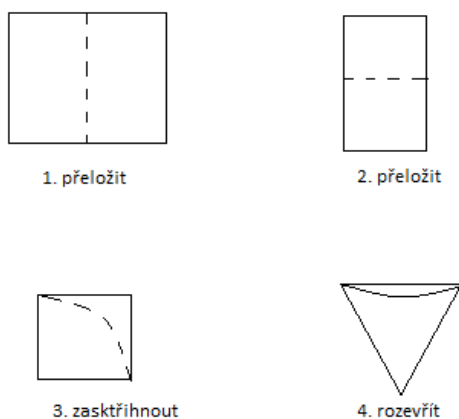
Jedná se o oddělování dvou fází pomocí propustného materiálu. Nejčastěji oddělujeme pevnou fázi od kapalnou a zbavujeme tak kapalinu nečistot nebo naopak izolujeme pevnou fázi z kapalnou.

Podle tlaku, za jakého pracujeme, dělíme filtraci na typy:

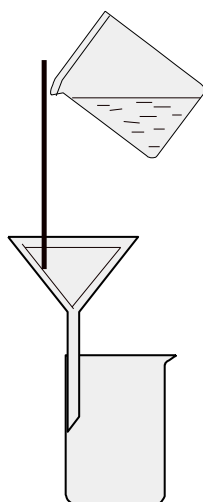
- Filtrace za běžného tlaku
- Filtrace na sníženého tlaku (odsávání)

V našem případě využijeme filtraci za běžného tlaku.

Jako filtrační materiál používáme filtrační papír. Z archu vystříhneme čtverec, který složíme na čtvrtiny a zastříhneme do oblouku tak, aby po rozložení vznikl kruhový filtr.



Způsob zhotovení filtru.



Filtrační aparatura.

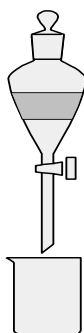
Extrakce

Extrakce využívá rozdílné rozpustnosti jednotlivých složek směsi ve dvou vzájemně nemísitelných rozpouštědlech. Využívá se děje, kdy jedna ze složek přechází do vhodně zvoleného rozpouštědla.

Rozlišujeme dva typy extrakce:

Extrakce tuhé látky kapalinou – rozpouštění jedné složky z tuhé fáze v rozpouštědle. Příkladem může být promývání od nečistot (dekantace).

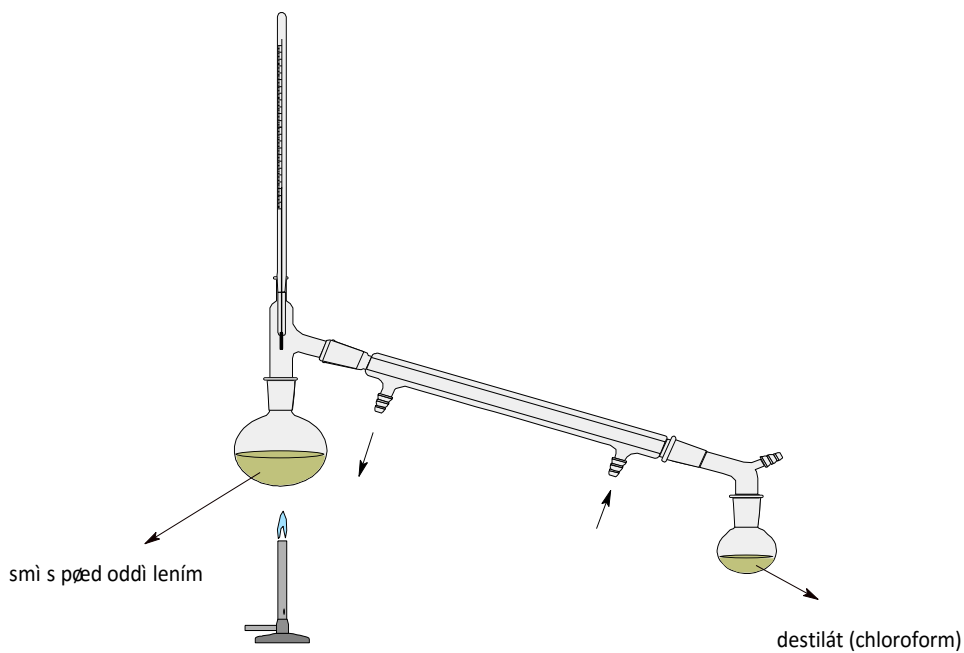
Extrakce kapaliny kapalinou (vytřepávání) – látka, která přechází z jedné kapalné fáze do druhé (do vhodného rozpouštědla) do chvíle, než se ustanoví rovnováha. Na základě viditelného fázového rozhraní lze pak požadovanou oddělit. Vytřepávání provádíme v dělicí nálevce.



Extrakce kapaliny kapalinou.

Destilace

Destilace je separační metoda založená na oddělování kapalně směsi na základě rozdílných teplot varu. Využívá se schopnosti těkavější složky (tedy složky s nižší teplotou varu), která snadněji přechází v páry, které jsou následně zchlazovány. Kondenzací těchto par vzniká destilát bohatší na těkavější složku.



Destilační aparatura.

Úkol: Izolace kofeinu z rostlinného materiálu

Domácí příprava:

1. Jaký typ extrakce použijeme pro extrakci kofeinu?
2. Při jaké teplotě se bude destilovat chloroform v destilační aparatuře?
3. Co znamenají H, P věty chloroformu: H302, H332, H315, H319, H351, H361, H336, H373 a P261, P281, P305+P351+P338?

Pomůcky:

Hodinové sklíčko, třecí miska s tloučkem, laboratorní váhy (předvážky), 3 * kádinka (2 * 250 ml, 1 * 100 ml), laboratorní lžička, skleněná tyčinka, trojnožka, síťka, stojan, kruhový držák, kahan, filtrační nálevka, odměrný válec, odpařovací miska, dělicí nálevka, frakční baňka, varné kamínky, teploměr, chladič, alonž, varná baňka nebo Erlenmeyerova baňka na destilát, lihový kahan, zábrusová váženka.

Chemikálie a materiál:

Káвовá zrna, destilovaná voda, octan olovnatý $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$ 5% roztok (H360, H373, H410 a P201, P273, P308+P313, P314), chloroform CHCl_3 (H302, H332, H315, H319, H351, H361d, H336, H373 a P261, P281, P305+P351+P338).

Postup:

Na laboratorních vahách odvažte 3 g kávových zrn na hodinové sklíčko. Kávová zrna převedte do třecí misky a pomocí tloučku je rozmělněte. Takto rozmělněná kávová zrna převedte do 250 ml kádinky a přidejte 50 ml destilované vody. Promíchejte skleněnou tyčinkou a vařte 5 minut. Po 5 minutách za horka přidejte 5 ml 5% octanu olovnatého a opět směs krátce povařte. Poté nechte směs volně chladnout. Mezitím si připravte filtrační aparaturu a vychladlou směs přefiltrujte. Vzniklý filtrát odpařte v odpařovací misce nad kahanem na konečný objem přibližně 20 ml. Obsah v odpařovací misce nechte opět krátce

chladnout a poté jej převedte do dělicí nálevky a přidejte 50 ml chloroformu. Směs v dělicí nálevce třepejte asi 3 minuty (nezapomeňte dělicí nálevku občas odvzdušnit) a poté nechte fáze ustálit v kruhovém držáku. Spodní chloroformovou fází s kofeinem oddělte do baňky se zábrusem a zavřete zátkou.

Sestavte destilační aparaturu. Chloroform s kofeinem z baňky se zábrusem převedte do frakční baňky až ve chvíli, kdy máte aparaturu sestavenou. Do frakční baňky nezapomeňte přidat varné kamínky. Chloroform v destilační aparatuře částečně oddestilujte. Destilaci ukončete, když v destilační baňce bude zbývat 5-10 ml směsi. Zbytek z frakční baňky převedte do čisté a suché odpařovací misky a v digestoři opatrně odpařte zbytek chloroformu nad lihovým kahanem. Vzniklé krystalky kofeinu (H302) s odpařovací miskou znovu zvažte na laboratorních vahách a převedte do prachovnice se štítkem s vaším jménem, datem a názvem uschovávané látky.

Aparatury:

Zakreslete a popište použité aparatury.

Výpočet:

Vypočtěte procentuální zastoupení (hmotnostní zlomek) kofeinu ve vzorku.

Závěr:

Závěrečné shrnutí:

1. Ohodnoťte Váš celkový dojem z laboratorního cvičení od 1 - 5 jako ve škole. (1 - mám z toho dobrý pocit, cvičení se mi líbilo; 5 - cvičení bylo k ničemu, nebavilo mě to).
2. Zdůvodněte své hodnocení v předchozí otázce.
3. Měli jste z nějaké části úlohy obavy? Pokud ano, tak ze které?
4. Pokud byste měli porovnat tuto formu výuky a teoretickou vyučovací hodinu. Jaké jsou klady a zápory obou forem?

Použitá literatura

HORČIC, Pavel. *Laboratorium přírodních věd: Izolace kofeinu extrakcí z rostlinných materiálů*. [online]. Zlín, 2015, 2015 [cit. 2016-01-04]. Dostupné z: <http://www.gjszlin.cz/gztgm/esf-projekty.html>. Projekt EU. Gymnázium a Jazyková škola s právem státní jazykové zkoušky Zlín.

OSECKÁ, Karolína. *Možnosti ovlivnění vstřebávání kofeinu z kolových nápojů* [online]. Brno, 2014 [cit. 2016-01-04]. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=81501. Vysoké učení technické v Brně. Vedoucí práce Prof. Ing. MILOSLAV PEKAŘ, CSc.

PAVIA, Donald L. *Introduction to organic laboratory techniques: a small scale approach*. 2nd ed. Belmont, CA: Thomson Brooks/Cole, c2005. ISBN 0534408338.

SÝKOROVÁ, Dagmar a Libor MASTNÝ. *Návody pro laboratoře z anorganické chemie*. Vyd. 2. Praha: VŠCHT, 2001, 249 s. ISBN 80-708-0452-1.

Seznam obrázků a tabulek

Obrázky byly zhotoveny autorkou v programu ChemSketch a malování.

<u>Obr. 1.</u>	<u>Chemická struktura pseudoalkaloidů</u>	1
<u>Obr. 2.</u>	<u>Způsob zhotovení filtru</u>	3
<u>Obr. 3.</u>	<u>Filtrační aparatura</u>	3
<u>Obr. 4.</u>	<u>Extrakce kapaliny kapalinou</u>	4
<u>Obr. 5.</u>	<u>Destilační aparatura</u>	5

Seznam tabulek

<u>Tab. 1.</u>	<u>Fyzikálně-chemické vlastnosti kofeinu</u>	2
----------------	--	---

PŘÍLOHA 3

Vypracováno v rámci diplomové práce Rostlinné alkaloidy – začlenění učiva do tematického okruhu Biologie rostlin na víceletých gymnáziích.

Autor: Eva Větrovská

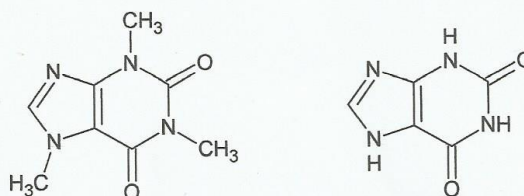
Návody na laboratorní cvičení	
Téma: Rostlinné alkaloidy	
Datum: 16. 3.	
Vypracoval: Michala Větrovská	Třída: 2. ročník
Úkol: Izolace kofeinu z rostlinného materiálu	

Souhrn:

Z kávového zrna žáci pomocí extrakce a následné destilace izolují rostlinný alkaloid kofein. Následně vypočítají hmotnostní zlomek zastoupení kofeinu ve vzorku.

Kofein:

Kofein patří mezi pseudoalkaloidy, jejichž chemická struktura je odvozena od xanthinu.



Obr. 1. Chemická struktura pseudoalkaloidů
kofein - vlevo, chemická struktura xanthinu – vpravo

Kofein získávaný extrakcí z rostlinných materiálů i syntetický kofein je v potravinářství používán jako přísada do nealkoholických nápojů. Působí na chuťové buňky a ovlivňuje tak chuť sladkých, hořkých i slaných přísad limonád. Z lékařského hlediska patří mezi látky povzbudivé tedy stimulanty.

Vypracováno v rámci diplomové práce Rostlinné alkaloidy – začlenění učiva do tematického okruhu Biologie rostlin na víceletých gymnáziích.

Autor: Eva Větrovská

Úkol: Izolace kofeinu z rostlinného materiálu

Domácí příprava:

1. Jaký typ extrakce použijeme pro extrakci kofeinu?

Extrakce Suppling Supplinon

2. Při jaké teplotě se bude destilovat chloroform v destilační aparatuře?

61 °C

3. Co znamenají H, P věty chloroformu: H302, H332, H315, H319, H351, H361, H336, H373 a P261, P281, P305+P351+P338?

*H věty - co způsobuje
H302 - při požití škodlivé
H332 - při vdechnutí škodlivé
H315 - dráždí kůži
H319 - dráždí oči
H336 - může způsobit ospalost a závratě
H351 - může způsobit reprodukční problémy*

Pomůcky:

Hodinové sklíčko, třecí miska s tloučkem, laboratorní váhy (předvážky), 3 * kádinka (2 * 250 ml, 1 * 100 ml), laboratorní lžička, skleněná tyčinka, trojnožka, síťka, stojan, kruhový držák, kahan, filtrační nálevka, odměrný válec, odpařovací miska, dělicí nálevka, frakční baňka, varné kamínky, teploměr, chladič, alonž, varná baňka nebo Erlenmeyerova baňka na destilát, lihový kahan, zábrusová váženka.

*P věty - co dělat při poskytnutí
P261 - namočit vdechování
P281 - používat ochranné prostředky
P305+P351+P338 - při vdechnutí očí vyplachovat
H361 - může poškodit plod a reprodukční orgány
H336 - může způsobit ospalost a závratě
H373 - poškození orgánů při opakovaném nebo*

Chemikálie a materiál:

Káвовá zrna, destilovaná voda, octan olovnatý $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$ 5% roztok (H360, H373, H410 a P201, P273, P308+P313, P314), chloroform CHCl_3 (H302, H332, H315, H319, H351, H361d, H336, H373 a P261, P281, P305+P351+P338).

Postup:

Na laboratorních vahách odvažte 3 g kávových zrn na hodinové sklíčko. Kávová zrna převedte do třecí misky a pomocí tloučku je rozmělněte. Takto rozmělněná kávová zrna převedte do 250 ml kádinky a přidejte 50 ml destilované vody. Promíchejte skleněnou tyčinkou a vařte 5 minut. Po 5 minutách za horka přidejte 5 ml 5% octanu olovnatého a opět směs krátce povařte. Poté nechte směs volně chladnout. Mezitím si připravte filtrační aparaturu a vychladlou směs přefiltrujte. Vzniklý filtrát odpařte v odpařovací misce nad kahanem na konečný objem přibližně 20 ml. Obsah v odpařovací misce nechte opět krátce chladnout a poté jej převedte do dělicí nálevky a přidejte 50 ml chloroformu. Směs v dělicí nálevce třepejte asi 3 minuty (nezapomeňte dělicí nálevku občas odvzdušnit) a poté nechte fáze ustálit v kruhovém držáku. Spodní chloroformovou fází s kofeinem oddělte do baňky se zábrusem a zavřete zátkou.

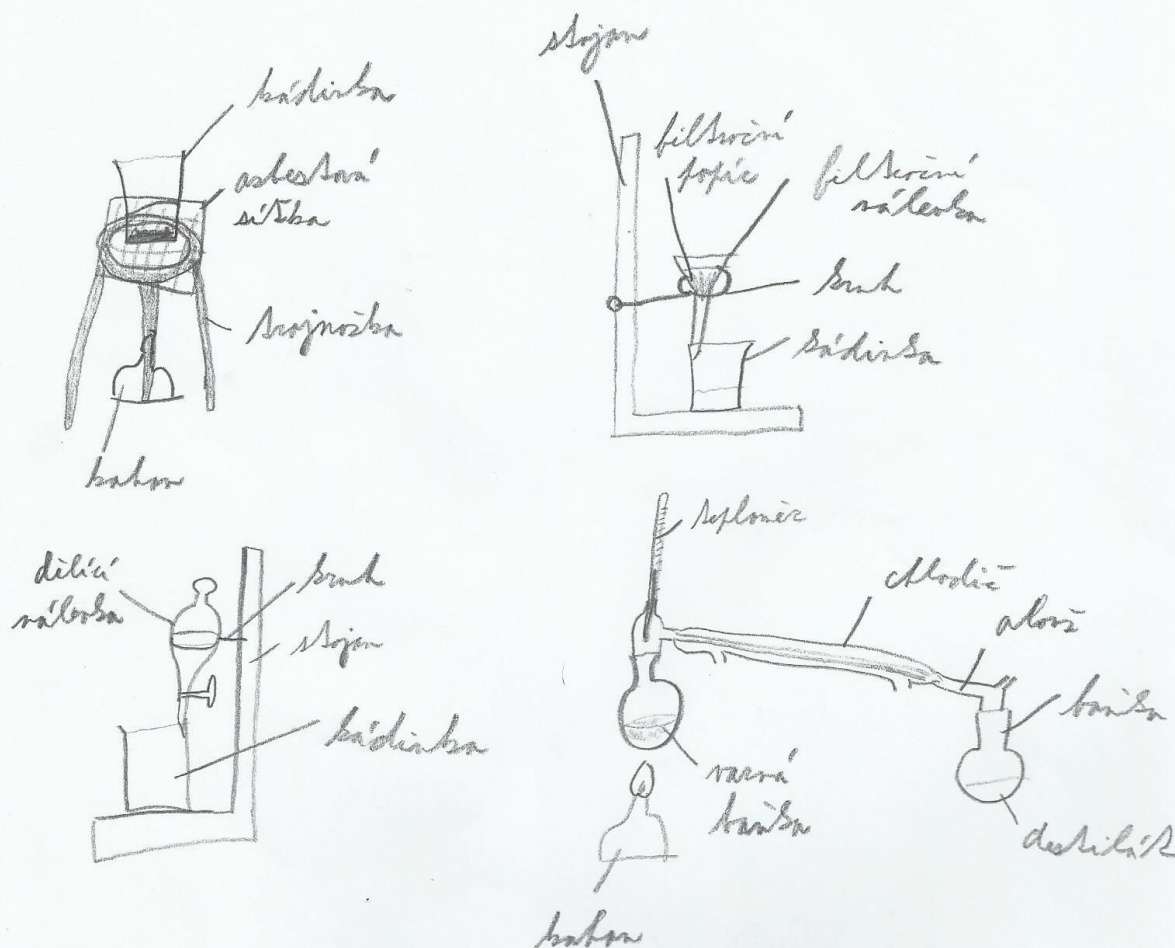
Vypracováno v rámci diplomové práce Rostlinné alkaloidy – začlenění učiva do tematického okruhu Biologie rostlin na víceletých gymnáziích.

Autor: Eva Větrovská

Sestavte destilační aparaturu. Chloroform s kofeinem z baňky se zábrusem převedte do frakční baňky až ve chvíli, kdy máte aparaturu sestavenou. Do frakční baňky nezapomeňte přidat varné kamínky. Chloroform v destilační aparatuře částečně oddestilujte. Destilaci ukončete, když v destilační baňce bude zbývat 5-10 ml směsi. Zbytek z frakční baňky převedte do čisté a suché odpařovací misky a v digestoři opatrně odpařte zbytek chloroformu nad lihovým kahanem. Vzniklé krystalky kofeinu (H302) s odpařovací miskou znovu zvažte na laboratorních vahách a převedte do prachovnice se štítkem s vaším jménem, datem a názvem uschovávané látky.

Aparatury:

Zakreslete a popište použité aparatury.



Vypracováno v rámci diplomové práce Rostlinné alkaloidy – začlenění učiva do tematického okruhu Biologie rostlin na víceletých gymnáziích.

Autor: Eva Větrovská

Výpočet:

Vypočtete procentuální zastoupení (hmotnostní zlomek) kofeinu ve vzorku.

$$\omega = \frac{m_a}{m_c}$$

Závěr:

Skupiny kofeinu se nám podařilo snížit.

Závěrečné shrnutí:

1. Ohodnoťte Váš celkový dojem z laboratorního cvičení od 1 - 5 jako ve škole. (1 - mám z toho dobrý pocit, cvičení se mi líbilo; 5 - cvičení bylo k ničemu, nebavilo mě to).

1

2. Zdůvodněte své hodnocení v předchozí otázce.

Cvičení mě bavilo, i když jsem se občas bála, když jsme učili sněh.

3. Měli jste z nějaké části úlohy obavy? Pokud ano, tak ze které?

U destilace jsem se bála, že nám to někde nebude jít a voda bude přebíhat.

4. Pokud byste měli porovnat tuto formu výuky a teoretickou vyučovací hodinu. Jaké jsou klady a zápory obou forem?

Rozhodně jsou laboratorní zkušenější, když to člověk může vidět na vlastní oči, ale v teorii se musí lépe pochopit, co se děje uvnitř, jak probíhají reakce.

PŘÍLOHA 4

Izolace kofeinu z rostlinného materiálu

METODIKA LABORATORNÍHO CVIČENÍ

Cíle laboratorního cvičení

- Žák provede izolaci konkrétních alkaloidů.
- Žák použije vhodné metody pro provedení laboratorního cvičení.
- Žák bezpečně manipuluje s používanými chemikáliemi i laboratorními pomůckami.
- Žák na základě získaných znalostí zhodnotí nebezpečnost a rizika při provádění laboratorních cvičení.
- Žák pečlivě vede záznamy o průběhu laboratorního cvičení.
- Žák zhodnotí přínos laboratorních cvičení.

Souhrn

- Z kávového zrna žáci pomocí extrakce a následné destilace izolují rostlinný alkaloid kofein. Následně vypočítají hmotnostní zlomek zastoupení kofeinu ve vzorku.

Stručný popis cvičení

- Laboratorní cvičení je založeno na prověření laboratorních dovedností žáků a propojení učiva o rostlinných alkaloidech. Při cvičení jsou použity separační metody filtrace, extrakce, destilace a odpařování.

Délka trvání: 120 minut.

Struktura cvičení

1. Domácí příprava

- viz návody na laboratorní cvičení
- Prostudování materiálu
- Zodpovězení otázek:
 - 4. Jaký typ extrakce použijeme pro extrakci kofeinu?
 - 5. Při jaké teplotě se bude destilovat chloroform v destilační aparatuře?
 - 6. Co znamenají H, P věty chloroformu: H302, H332, H315, H319, H351, H361, H336, H373 a P261, P281, P305+P351+P338?

2. Vlastní provedení laboratorního cvičení

3. Výpočet procentuálního zastoupení získaného produktu ve vzorku.

4. Vypracování laboratorního protokolu

Pomůcky:

Hodinové sklíčko, třecí miska s tloučkem, laboratorní váhy (předvážky), 3 * kádinka (2 * 250 ml, 1 * 100 ml), laboratorní lžička, skleněná tyčinka, trojnožka, síťka, stojan, kruhový držák, kahan, filtrační nálevka, odměrný válec, odpařovací miska, dělicí nálevka, frakční baňka, varné kamínky, teploměr, chladič, alonž, varná baňka nebo Erlenmeyerova baňka na destilát, lihový kahan, zábrusová váženka.

Materiál a chemikálie:

Káвовá zrna, destilovaná voda, octan olovnatý $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$ 5% roztok (H360, H373, H410 a P201, P273, P308+P313, P314), chloroform CHCl_3 (H302, H332, H315, H319, H351, H361d, H336, H373 a P261, P281, P305+P351+P338).

Postup:

1. 3 g kávových zrn rozmělněte v třecí misce a rozmělněné je převedte do kádinky s 50 ml destilované vody. Směs povařte 5 minut.
2. Do směsi přidejte za horka 5 ml $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ a opět krátce povařte. Poté nechte směs vychladnout a následně ji přefiltrujte přes filtrační aparaturu.
3. Vzniklý filtrát odpařte na odpařovací misce na konečný objem přibližně 20 ml. Konečný roztok opět nechte chvíli vychladnout.
4. Vychladlý roztok převedte do dělicí nálevky a přidejte 30 ml chloroformu. Směs důkladně třepejte 3 minuty a posléze nechte ustálit fázová rozhraní. Spodní chloroformovou fází s kofeinem oddělte do baňky se zábrusem a uzavřete.
5. Směs převedte do destilační aparatury a oddestilujte většinu chloroformu. Destilaci ukončete ve chvíli, kdy ve frakční baňce bude zbývat cca 5 – 10 ml chloroformu s kofeinem.
6. Zbýlý chloroform opatrně odpařte v digestoři nad lihovým kahanem v předem zvážené odpařovací misce.
7. Vzniklé krystalky s odpařovací miskou opět zvažte a vypočítejte hmotnostní zastoupení kofeinu ve vzorku.

Hodnocení:

- Domácí příprava.
- Prokázané dovednosti při provedení laboratorních cvičení.
- Vzniklý produkt.
- Laboratorní protokol s výpočtem.

Poznámky:

- Ve fázi extrakce a destilace upozornit žáky na to, jaká fáze a jaký roztok při destilaci obsahuje kofein tak, aby nedošlo k jeho vylití.
- V konečné fázi odpařování dávejte pozor, aby se produkt nespálil

PŘÍLOHA 5

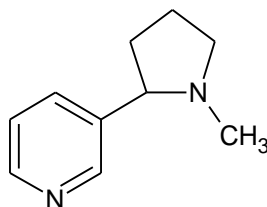
Návody na laboratorní cvičení	
Téma: Rostlinné alkaloidy	
Datum:	
Vypracoval:	Třída:
Úkol: Důkaz nikotinu v tabáku	

Souhrn:

Ze vzorku tabákového výrobku žáci pomocí destilace izolují a důkazovou reakcí ověří přítomnost nikotinu.

Nikotin:

Nikotin je kapalný rostlinný alkaloid a silný jed, který je obsažen např. v rostlině tabák virginický (*Nicotiana tabacum*) především v jeho listech a semenech.



Chemická struktura nikotinu

V malých dávkách nikotin stimuluje centrální nervovou soustavu, podporuje činnost trávicí soustavy a v kosterním svalstvu vyvolává jemný třes. Jedná se ale o krátkodobý účinek. Opakované užívání nižších dávek nikotinu vede k závislosti. Smrtelná dávka nikotinu je 50 mg. Jedna cigareta obsahuje přibližně 10 mg nikotinu, přičemž vykouřením se do plic dostane 1-3 mg nikotinu.

O nebezpečnosti nikotinu vypovídají tyto H, P – věty: H301, H310, H411, P273, P280, P302 + P352, P309 + P310 a výstražné symboly T+, N.



Výstražný symbol T+.



Výstražný symbol N.

Pozor!!! Nikotin je silný jed! Manipulujte s ním velice opatrně.

Fyzikálně – chemické vlastnosti nikotinu:

Nikotin je bezbarvý kapalný alkaloid, v surovém stavu je bez zápachu. Ve své chemické struktuře obsahuje dva atomy dusíku a jeho systematický název je (S)-3-(1-methyl-2-pyrrolidinyl)pyridin.

Systematický název	(S)-3-(1-methyl-2-pyrrolidinyl)pyridin
Sumární vzorec	$C_{10}H_{14}N_2$
Molární hmotnost	162,23 g/mol
Teplota varu	247°C
Bod tání	-79°C
Relativní hustota (20°C)	1,01 g/cm ³

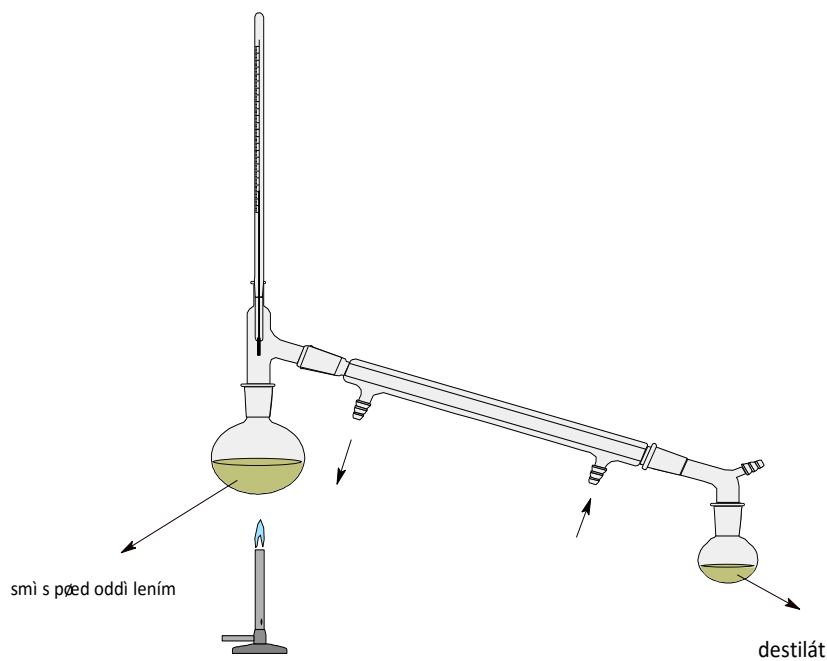
Fyzikálně-chemické vlastnosti nikotinu.

Separační metody

Během laboratorního cvičení se využívá separační metody destilace.

Destilace

Destilace je separační metoda založená na oddělování kapalné směsi na základě rozdílných teplot varu. Využívá se schopnosti těkavější složky (tedy složky s nižší teplotou varu), která snadněji přechází v páry, které jsou následně zchlazovány. Kondenzací těchto par vzniká destilát bohatší na těkavější složku.



Destilační aparatura.

Úkol: Důkaz nikotinu v tabáku

Domácí příprava:

1. Spočítejte, kolik cigaret obsahuje smrtelnou dávku nikotinu po vykouření?
2. Co znamenají H, P věty nikotinu: H301, H310, H411, P273, P280, P302 + P352, P309 + P310 a co znamenají jeho výstražné symboly?

T+



N

Pomůcky:

Chemické váhy, hodinové sklíčko, třecí miska s tlučkem, laboratorní lžička, 1 * kádinka 150 ml, skleněná tyčinka, odměrný válec 50 ml, odměrný válec 5 ml, destilační baňka, teploměr, varné kamínky, chladič, alonž, varná baňka nebo Erlenmeyerova baňka na destilát, kapátko, zkumavka.

Chemikálie a materiál:

Tabákový výrobek, hydroxid sodný NaOH 5% roztok (H314, H290; P280, P310, P305 + P351 + P338), Lugolův roztok = roztok jódu I₂ v jodidu draselném KI.

Postup:

Na laboratorních vahách odvažte 3 g čistého tabáku na hodinové sklíčko. Tabák převedte do třecí misky a pomocí tlučku ho lehce rozmělněte. Takto rozmělněný tabák převedte do 150 ml kádinky a přidejte 25 ml 5% NaOH. Tyčinkou promíchejte.

Sestavte destilační aparaturu a vzniklou směs převedte do destilační baňky. Nezapomeňte do destilační baňky přidat varné kamínky. Pomalu zahřívejte, aby se tabák nepřipálil. Oddestilujte přibližně 8 ml destilátu a destilaci ukončete.

Z destilátu v odměrném válci odměřte 2 ml a převedte je do zkumavky. Přidejte pár kapek Lugolova roztoku a pozorujte.

Aparatura:

Zakreslete a popište použitou aparaturu.

Závěr:

Závěrečné shrnutí:

1. Byla tato úloha pro Vás zajímavá?
2. Nastala situace, kdy jste si s něčím nevěděli rady? Pokud ano, jaká?
3. Máte pocit, že jste se něco nového dozvěděli? Pokud ano, tak co?
4. Doporučili byste tuto úlohu i ostatním spolužákům?

Použitá literatura

HAVLENOVÁ, Vendula. *Toxické látky v potravinách* [online]. Brno, 2012 [cit. 2016-01-05]. Dostupné z: https://is.muni.cz/th/136418/pedf_m/Toxicke_latky_v_potravinach.txt. Diplomová práce. MASARYKOVA UNIVERZITA. Vedoucí práce Mgr. Jiří Šibor, Ph.D.

Nikotin. *Biotox.cz* [online]. 2007 [cit. 2016-01-05]. Dostupné z: <http://www.biotox.cz/chemicals/alkaloid/nikotin.htm>

SÝKOROVÁ, Dagmar a Libor MASTNÝ. *Návody pro laboratoře z anorganické chemie*. Vyd. 2. Praha: VŠCHT, 2001, 249 s. ISBN 80-708-0452-1.

Seznam obrázků a tabulek

Obrázky vzorců a aparatur byly zhotoveny autorkou v programu ChemSketch.

<u>Obr. 1.</u>	<u>Chemická struktura nikotinu</u>	1
<u>Obr. 2.</u>	<u>Výstražný symbol T+</u>	2
	https://www.guh.cz/esfnew/esfp1/store/id0827/Toxi_T+.gif	
<u>Obr. 3.</u>	<u>Výstražný symbol N</u>	2
	https://www.guh.cz/esfnew/esfp1/store/id0827/Toxi_N.gif	
<u>Obr. 4.</u>	<u>Destilační aparatura</u>	3
<u>Tab. 1.</u>	<u>Fyzikálně-chemické vlastnosti nikotinu</u>	2

PŘÍLOHA 6

DŮKAZ NIKOTINU V TABÁKU

METODIKA LABORATORNÍHO CVIČENÍ

Cíle laboratorního cvičení

- Žák provede izolaci konkrétních alkaloidů.
- Žák použije vhodné metody pro provedení laboratorního cvičení.
- Žák bezpečně manipuluje s používanými chemikáliemi i laboratorními pomůckami.
- Žák na základě získaných znalostí zhodnotí nebezpečnost a rizika při provádění laboratorních cvičení.
- Žák pečlivě vede záznamy o průběhu laboratorního cvičení.
- Žák zhodnotí přínos laboratorních cvičení.

Souhrn

- Ze vzorku tabákového výrobku žáci pomocí destilace izolují a důkazovou reakcí ověří přítomnost nikotinu.

Stručný popis cvičení

- Laboratorní cvičení je založeno na prověření laboratorních dovedností žáků a propojení učiva o rostlinných alkaloidech. Při cvičení je použita separační metoda destilace.

Délka trvání: 40 minut.

Struktura cvičení

1. Domácí příprava

- viz návody na laboratorní cvičení
- Prostudování materiálu
- Řešení otázek:
 1. Spočítejte, kolik cigaret obsahuje smrtelnou dávku nikotinu po vykouření?
Smrtelná dávka nikotinu je 50 mg. Jedna cigareta obsahuje přibližně 10 mg nikotinu, přičemž vykouřením se do plic dostane 1-3 mg nikotinu. Smrtelná dávka vykouřených cigaret v jednom okamžiku činí 16 – 17 cigaret.
 2. Co znamenají výstražné symboly nikotinu?

Vysoce toxický



T

Nebezpečný pro životní prostředí



N

2. Vlastní provedení laboratorního cvičení
3. Vypracování laboratorního protokolu

Pomůcky:

Chemické váhy, hodinové sklíčko, třecí miska s tloučkem, laboratorní lžička, 1 * kádinka 150 ml, skleněná tyčinka, odměrný válec 50 ml, odměrný válec 5 ml, frakční baňka, teploměr, varné kamínky, chladič, alonž, varná baňka nebo Erlenmeyerova baňka na destilát, kapátko, zkumavka.

Materiál a chemikálie:

Tabákový výrobek, čerstvě připravená vápenná voda (H318, H315, H335; P260, P280, P302+352, P304+340, P305+351+338, P313), Lugolův roztok = roztok jódu I_2 v jodidu draselném KI.

Postup:

1. 3 g tabáku rozmělněte v třecí misce a převedte jej do kádinky s 30 ml vápenné vody. Dobře promíchejte.
2. Směs převedte do frakční baňky na destilační aparatuře a oddestilujte cca 8 ml destilátu.
3. Z destilátu oddělte 2 ml do zkumavky a přidejte Lugolův roztok. Pozorujte červenohnědou sraženinu (zákal) → důkaz nikotinu ve vodném roztoku.

Hodnocení:

- Domácí příprava.
- Prokázané dovednosti při provedení laboratorních cvičení.
- Vzniklý produkt.
- Laboratorní protokol.

Poznámky:

- Nikotin vniká do těla také kůží, pracujte v rukavicích.
- Erlenmeyerovu baňku na jímání destilátu je vhodné ponořit do kádinky se studenou vodou.
- Při manipulaci s izolovaným nikotinem buďte velice opatrně!